

# **AUTOMATIZAÇÃO DE IMPORTAÇÃO E MANIPULAÇÃO DE INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA PARA SIG**

## **CASO DE ESTUDO: APLICAÇÃO AO MODELO DE ORDENAMENTO DA ORLA COSTEIRA NO TROÇO CAMINHA - ESPINHO**

**Marcelo Gonçalves**

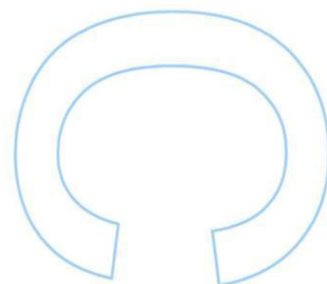
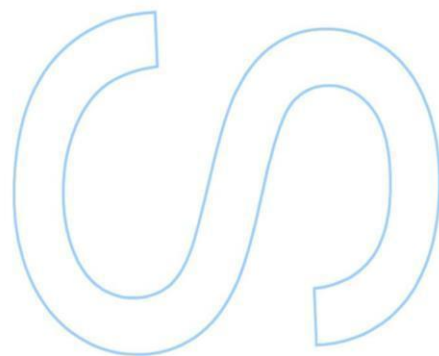
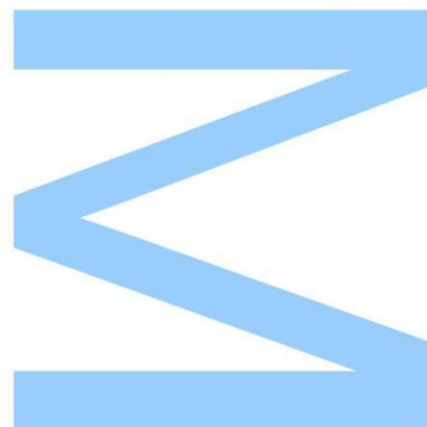
Dissertação de Mestrado apresentada à  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em  
Engenharia Geográfica

### **Orientador**

Professor José Alberto Gonçalves  
Professor Auxiliar,  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

### **Coorientador**

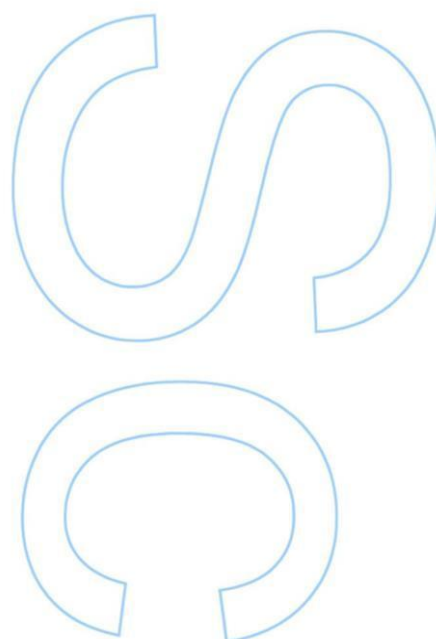
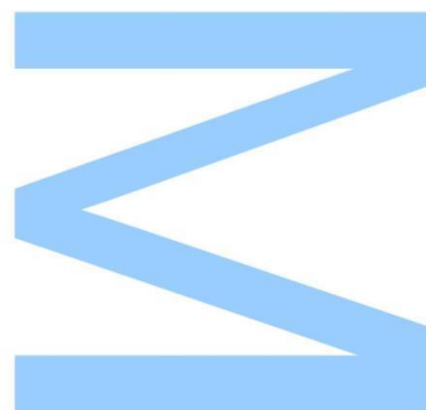
Dr.<sup>a</sup> Vilma Silva  
Mestre em Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano  
COTEFIS – Gestão de Projetos, SA  
2015







Todas as correções determinadas  
pelo júri, e só essas, foram  
efetuadas. O Presidente do Júri,  
Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_





## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador Prof. Dr. José Alberto Gonçalves pela disponibilidade, ajuda, conselhos e ensinamentos que me ajudaram durante todos estes meses de estágio.

A COTEFIS por me ter dado a oportunidade de realizar este estágio e a todos os colaboradores da empresa do departamento de Ordenamento e Gestão do Território, a Dr. Vilma pela forma como me foi recebido. Um agradecimento especial à engenheira Sandra Alves pela disponibilidade, ajuda, conselhos, ensinamentos.

A todos os meus amigos pela confiança depositada em mim e pelo incentivo durante toda a caminhada universitária. Aos colegas de curso, em especial ao Ricardo França, pela ajuda, disponibilidade e pelos ensinamentos.

A toda a minha família, em especial aos meus pais, António Gonçalves e Maria Baptista e aos meus irmãos pelo sacrifício e pela confiança depositada em mim.



## Resumo

Este relatório de estágio foi desenvolvido em ambiente empresarial, no gabinete de projetos COTEFIS, SA, que teve como principal objetivo recolher, analisar, processar, organizar e disponibilizar os dados geográficos para a Elaboração do Plano de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-espinho da segunda Geração.

O relatório está dividido em quatro partes. Na primeira parte são abordadas conceitos teóricos sobre o Plano de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho, para tal, foram consultados diversos documentos e referências bibliográficas.

Na segunda, descreve-se a metodologia usada para recolha, análise, tratamento, organização e disponibilização da informação geográfica utilizada na elaboração do plano. Estas tarefas foram desenvolvidas no *ArcMap* e no *AutocadMap*. Após a realização destas tarefas evidenciou-se a importância de analisar e tratar os dados geográficos antes de as usar para qualquer tarefa. A metodologia usada foi muito eficaz, pois com ela, conseguiu-se resolver todos os problemas encontrados relativos a informação geográfico.

Na terceira parte, foi realizada o processo da criação de topologia de polígono do troço costeiro em estudo. Nesta parte, falou-se sobre a topologia e tipos de erros que podem afetar a construção de topologia. Efetuou-se a limpeza da base cartográfica em estudo, e por fim construiu-se a topologia de polígonos. Este processo foi desenvolvido no *AutocadMap*, pois este possui ferramentas capazes de detetar, corrigir e construir a topologia de uma base geográfica com facilidade. Durante a limpeza, deparou-se com algumas dificuldades, pois a base cartográfica possuía muitos erros. Após a limpeza, foi construído a topologia com sucesso, e os resultados encontrados foram satisfatórios. Estes resultados podem ser visualizados no capítulo destinado a limpeza e construção da topologia (capítulo 4).

Por fim, realizou-se uma metodologia para traçado de perfis de forma automática sobre a zona em estudo. Esta metodologia consistiu em, usar a linha de costa dos vários anos do troço costeiro e com o modelo *raster* do ano de 2008 e 2011 realizar uma interpolação com o objetivo de encontrar cotas. Esta servirá como apoio para traçado de perfis. Foi usado a ferramenta *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) desenvolvida pelo *USGS* (*U.S Geological Survey*), orientada para análise espacial da dinâmica de linha de costas. Com esta ferramenta criou-se as linhas perpendiculares à linha de costa e de seguida, com o *software QGIS*, transformou-se essas linhas

perpendiculares em pontos. Por último foi usado o *raster* do ano de 2008 e 2011 para efetuar a interpolação. Para a realização desta tarefa, foi usado o *AutocadMap*, *ArcMap* e o *QGIS*.

A metodologia usada foi complexa, pois usou-se vários *softwares*, no entanto, é de realçar que podem existir outras metodologias para a realização desta tarefa. Neste trabalho, foi usada esta metodologia, pois foi considerada a mais adequada para o trabalho realizado. Sendo que os resultados encontrados foram satisfatórios, pensa-se que a metodologia usada foi uma boa opção.

## **Palavras-chave**

Sistema de Informação Geográfica, Plano de Ordenamento da Orla Costeira, Sistemas de Coordenadas, Topologia, *ArcGis*, *QGIS*, *AutocadMap*



## Abstract

This report results from the internship that was developed in a business environment, at the project office COTEFIS, SA, which aimed to collect, analyze, process, organize and provide geographic data for the elaboration of "Plano de Ordenamento da Orla Costeira de Segunda Geração".

This report is divided into four sections. The first relates to theoretical concepts about "Plano de Ordenamento da Orla Costeira de Segunda Geração", for which there were used several documents and references.

In the second section we will describe the methodology applied for the collection, testing, processing, organization and provision of geographic information used in preparing the plan. These tasks were developed in ArcMap and AutocadMap. After performing these tasks, the importance of analyzing and processing geographic data was highlighted, before using them for any task. This methodology was very effective, because with it, we were able to solve all the problems relating to geographical information that were found.

The third part is dedicated to the process of creating the polygon topology of the coastal stretch under study. In this section, we discuss topology and types of errors that can affect the construction topology. The map base in the study was cleared, and finally the polygon topology was built. This process was developed in AutocadMap, which offers tools that enable to detect, correct and build the topology of a geographical basis with ease. During the clearance of the map, there was some difficulty due to the many errors found in the the cartographic base. After cleaning, the topology was built successfully and the results were satisfactory. These results can be seen in Chapter 4, which is dedicated to cleaning and construction of the topology.

Finally, we developed a methodology for automatically tracing profiles about the area under study. This methodology consisted in using the shoreline registered throughout several years, with the tracer model from the years 2008 and 2011 to perform an interpolation with the purpose of attaining quotas. This methodology will serve as support for the tracing of profiles. It used the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) tool, developed by the USGS (U.S. Geological Survey), oriented for spatial analysis of the shoreline dynamics. With this tool several lines perpendicular to the coastline were created and then, with the QGIS software, these perpendicular lines were converted into

points. Finally we used the raster of 2008 and 2011 to perform the interpolation. To carry out this task, we used AutocadMap, ArcMap and QGIS.

The methodology put to use was complex, and several softwares were used. However, it should be noted that other methods to perform this task could be used. We chose this particular methodology for this work because it was considered to be the most suitable for the purpose. We believe that the methodology used was a good option, considering that the results obtained were satisfactory.

## **Keywords**

Geographic Information System, the Coastal Border Planning Plan, Coordinate Systems, topology, ArcGIS, QGIS, AutocadMap

## **Acrónimos**

**APA** - Agência Portuguesa do Ambiente;

**POOC/POC** - Plano de Ordenamento da Orla Costeira;

**SIG** - Sistema de Informação Geográfica;

**GIZC** - Gestão Integrada de Zonas Costeiras;

**CAD** - Computer Aided Design;

**PAL** - Planeamento e Arquitectura, Lda;

**CCDR-N** - Comissão De Coordenação e Desenvolvimento Regional Do Norte

**ICNF** - Instituto da Conservação da Natureza e Florestas;

**IPTM** - Instituto Portuária e dos Transportes Marítimos;

**ANPC** - Autoridade Nacional de Proteção Civil;

**APDL** - Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, SA;

**IH** - Instituto Hidrográfico;

**DRAPN** - Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte DRAPN;



# 1 Índice

<b>Capítulo I   Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo .....	1
1.2. Enquadramento empresarial.....	2
1.3. Estrutura da dissertação .....	2
<b>Capítulo II   Plano de Ordenamento da Orla Costeira .....</b>	<b>5</b>
2.1. Enquadramento .....	5
2.2. POOC 1999 Caminha-Espinho .....	6
2.3. POOC 2007 Caminha-Espinho .....	7
2.4. Âmbito do POOC EM VIGOR (POOC de 2007) .....	9
2.5. POC da segunda geração .....	9
2.6. Enquadramento da área de Estudo: .....	10
2.6.1 Sistema biofísico .....	11
<b>Capítulo III   Metodologia para recolha, análise, tratamento, organização e disponibilização de informação geográfica .....</b>	<b>15</b>
3.1. Recolha .....	15
3.1.1. 1ª FASE: Informação geográfica recebida da APA .....	15
3.1.2. 2ª FASE: Recolha de informação junto dos municípios e entidades oficiais .....	16
3.2. Análise.....	18
3.2.1. Metodologia de análise .....	18
3.3. Tratamento .....	22
3.3.1. Metodologia usada para transformação de coordenadas. ....	22
3.3.2. Metodologia usada na montagem do mosaico.....	26
3.3. Organização .....	28
3.4. Disponibilização .....	28
<b>Capítulo IV   Metodologia de Importação e Análise de Cartografia em SIG.....</b>	<b>31</b>
4.1. Enquadramento .....	31
4.2. Topologia .....	31
4.2.1. Tipos de topologia.....	32
4.2.2. Relações topológicas.....	33
4.2.3. Vantagens no uso de topologia.....	35
4.3. Zona de estudo.....	36
4.4. Tipos de erros .....	36

4.4.1.	Erros resultantes das medições originais .....	37
4.4.2.	Erros dependentes do processamento .....	37
4.4.3.	Erros topológicos .....	37
4.4.4.	Outros tipos de erros .....	38
4.5.	Metodologia usada na Limpeza da cartografia .....	38
4.6.	Correção dos erros .....	39
4.6.1.	Simplify Objects .....	40
4.6.2.	Delete Duplicate objects .....	40
4.6.3.	Erase Short Objets .....	41
4.6.4.	Snap Clustered .....	41
4.6.5.	Break Crossing Objets .....	42
4.6.6.	Extend Undershoots.....	43
4.6.7.	Erase Dangling Objets .....	44
4.7.	Etapas usadas durante a limpeza da zona em estudo.....	44
4.7.1.	Seleção dos objetos a limpar .....	44
4.7.2.	Erros a corrigir (Cleanup Actions) .....	45
4.7.3.	Forma de correção dos erros .....	46
4.7.4.	Configuração das marcas dos erros .....	47
4.8.	Exemplos dos erros e as respetivas correções .....	48
4.9.	Metodologia usada na criação da topologia.....	51
4.9.1.	Metodologia usada na criação de Topologia de polígono .....	51
Capítulo V   Metodologia para traçados de perfis de forma automatizada .....		59
5.1.	Enquadramento .....	59
5.2.	Metodologia .....	59
5.3.	Exemplos de perfis.....	65
Capítulo VI   Considerações Finais .....		69
Referências bibliográficas .....		71

# Índice de Figuras

Figura 1 - Divisão dos troços no litoral Português (Fonte: APA).....	6
Figura 2 - Legenda dos 8 municípios inseridos no POOC Caminha-Espinho da Primeira Geração (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente 2015).....	9
Figura 3 - OS 9 Municípios pertencentes ao POOC caminha-Espinho .....	11
Figura 4 - Mapa com os rios do troço Caminha-Espinho.....	12
Figura 5 - Exemplo da cartografia de Vila Nova de Gaia no datum ETRS 89 e o ortofoto do ano de 2012 no mesmo datum.....	19
Figura 6- Sobreposição entre a cartografia de Caminha e a RGN .....	20
Figura 7 - Figura com os passos usados na transformação de coordenadas do sistema em que se encontrava a cartográfica original para o sistema de coordenadas ETRS89 .....	24
Figura 8 - Ferramenta do ArcMap onde é montado o Mosaico .....	27
Figura 9 - Resultado do Mosaico do troço Caminha-Espinho.....	28
Figura 10 – Relação do tipo linha-ponto.....	33
Figura 11 - Relação do tipo linha-polígono com o respetivo centróide .....	34
Figura 12 - Relação esquerda direita .....	35
Figura 13 - Zona escolhida para a realização da limpeza para a construção da topologia.....	36
Figura 14 - Extrato da zona de estudo (layer edifícios em construção) .....	39
Figura 15 - Eliminação dos objetos duplicados .....	40
Figura 16 - Identificação e correção de objetos soltos .....	41
Figura 17 - Opção Clustered Nodes.....	42
Figura 18 - Erros de cruzamento encontrados durante a verificação e correção dos erros para a construção da topologia.....	42
Figura 19 - Exemplo da ferramenta break crossing objet, comando usado para partir objetos.....	43
Figura 20 - Detecção e correção dos objetos que não definem a interseção correta. ....	43
Figura 21 - Identificação e eliminação de objetos com nós soltos usando o Erase Dangling Objects .....	44
Figura 22 - Seleção do layer Edifício Particular para a limpeza .....	45
Figura 23 - Exemplo do primeiro comando a ser aplicado para a correção dos erros. ....	46
Figura 24 - Método utilizado na limpeza da cartografia .....	46
Figura 25 - Configuração dos erros.....	47
Figura 26 - Exemplos de erros encontrados durante a limpeza da zona de estudo e a respetiva correção .....	49
Figura 27 - Quantidade de erros encontrados na zona em estudo.....	50
Figura 28 - Janela onde é escolhido o tipo de topologia .....	52
Figura 29 - Janela onde é escolhido o tipo de layer. ....	53
Figura 30 - Janela para a seleção dos nós, caso existam, no projeto .....	53
Figura 31 - Janela para a criação de nós.....	54
Figura 32 - Janela para a seleção dos centróides existentes no projeto .....	54
Figura 33 - Janela usada para criar centróides .....	55
Figura 34 - Janela Usada para marcar as cores do tipo do erro.....	55
Figura 35 - Mensagem, onde há indicação da criação da topologia com sucesso. ....	56
Figura 36 - Exemplo das informações topológicas associadas à entidade linear .....	56
Figura 37- Mensagem de erro na construção da topologia de polígono.....	57

Figura 38 - Exemplo de topologia criada com sucesso (esquerda) e a mesma zona com erros antes da criação da topologia (direita).....	57
Figura 39 - Parâmetro utilizado nos DSAS. Na parte esquerda tem-se os parâmetros utilizados para definir as características do traçado das linhas, no meio os parâmetros utilizados para o calculo da linha de costa e na parte direita as linhas perpendiculares à linha de costa criadas pelo DSAS. ....	60
Figura 40 - Características da Ferramenta DSAS.....	61
Figura 41 - Linhas perpendiculares à linha de costa (verde foi traçado usando a opção Simple Baseline Caste e o Azul foi traçado usando a opção Smoothed Baseline Caste) .....	62
Figura 42 - Sobreposição das linhas usando as duas opções (Simple Baseline Caste e Smoothed Baseline Caste) .....	62
Figura 43 - Janela onde são colocados os parâmetros para conversão das linhas em pontos.....	63
Figura 44 - Projeto SIG onde foram transformadas as linhas criadas pela ferramenta DSAS em pontos usando o plugin QChaninage do QGIS.....	63
Figura 45 - Ampliação dos pontos criados no QGIS .....	64
Figura 46 - Ferramenta de geometria usada para calcular o X e o Y dos pontos criados a partir da linha criadas pela ferramenta DSAS .....	64
Figura 47 - Janela onde são escolhidos os parâmetros para atribuir cotas aos pontos. ....	65



## Índice de tabelas

Tabela 1- Sub-bacias da região que compõem o troço costeiro Caminha-Espinho (Fonte: COTEFIS 2015) .....	13
Tabela 2 - Tabela com a organização das informações recebidas das entidades colaboradoras na realização do POC de segunda geração .....	17
Tabela 3 - Parâmetros do sistema de referência espacial ETRS89/PT-TM06 (Fonte: DGT).....	23
Tabela 4 - Valores da média e do desvio padrão das coordenadas dos 9 concelhos..	25
Tabela 6 - Características de cada tipo de topologia (fonte: Sousa, 2005) .....	33
Tabela 5 - Tabela com a sequência de aplicações dos comandos de limpeza (Fonte: Sousa 2005) .....	48



## Lista de equações

Equação 1 - Fórmulas para calcular as diferenças de coordenadas retangulares entre data 73 e 89 24

Equação 2 - Fórmula para o cálculo da média das coordenadas dos Marcos Geodésicos nos data 73 e ETRS 89 dos concelhos envolvidos no Plano ..... 24

Equação 3 - Fórmula usada para o cálculo do desvio padrão das médias das coordenadas dos Marcos Geodésicos dos 9 concelhos pertencentes ao plano. .... 25

# Capítulo I | Introdução

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são, uma das ferramentas indispensáveis para qualquer área de estudo que envolva manipulação de informação georreferenciada e, neste caso particular, para os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POC). Os SIG possibilitam a integração e a interseção de vários tipos de informação num único projeto. Os SIG permitem, a partir de uma base de dados complexa e diversificada determinar soluções próximas da realidade.

Nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira os SIG são uma das ferramentas mais importantes, pois com ela é feita a maioria dos trabalhos, por exemplo os planos de praia. Assim, é possível conhecer melhor a zona de estudo e desenvolver uma estratégia mais adequada para a realização dos trabalhos.

Este relatório mostra a importância dos SIG na elaboração do POC Caminha-Espinho da segunda geração com a recolha, análise, tratamento, organização e a disponibilização das informações cartográficas.

A área de estudo corresponde à orla costeira Caminha-Espinho, definida pela largura máxima de 550 metros, medidos a partir do limite das águas do mar para o interior continental e abrangendo uma faixa marítima até à cota batimétrica de 30 metros.

## 1.1. Objetivo

Este relatório foi efetuado no âmbito da unidade curricular Estágio/ Dissertação do Mestrado de Engenharia Geográfica de Faculdade de Ciências da Universidade do Porto na empresa COTEFIS - Gestão de Projetos, SA e tem como objetivos:

- Analisar o Modelo de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho, em vigor, isto é, efetuar um resumo sobre a área em estudo e um balanço dos seus pontos fortes e fracos;
- Analisar toda a cartografia fornecida pelas entidades participantes no plano;
- Desenvolver uma metodologia para a importação e análise de cartografia em SIG, nomeadamente a limpeza e construção da topologia de formato vetorial;
- Desenvolver uma metodologia para traços automáticos de perfis.

## **1.2. Enquadramento empresarial**

O estágio teve início no dia 16 de Fevereiro de 2015 e teve o seu término no 31 de Julho de 2015. O mesmo foi efetuado na empresa COTEFIS - Gestão de Projetos, SA.

Esta empresa atua em diversas áreas, tais como, Arquitetura, Engenharia, Fiscalização e Ordenamento e Gestão do Território.

A COTEFIS é uma empresa multidisciplinar dividida em vários departamentos e que se encontra em constante evolução. Neste momento, para além de sediada em Portugal, possui uma filial em Angola.

O estágio decorreu no departamento de Ordenamento e Gestão do Território e tinha como tarefas principais, a análise, produção, organização e tratamento de informação geográfica do Modelo de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho.

## **1.3. Estrutura da dissertação**

Este relatório foi estruturado em seis capítulos.

O primeiro capítulo é introdutório, onde para além de apresentação geral, são apresentados os objetivos do trabalho e a estrutura do relatório.

O segundo capítulo é destinado aos Planos de Ordenamento da orla Costeira Caminha-Espinho de 1999, 2007 e o POC da segunda geração (2015). Neste capítulo faz-se um enquadramento territorial do POOC Caminha-Espinho, bem como uma síntese do POOC de 1999, do POOC de 2007 e do programa de orla costeira da segunda geração (POC<sup>1</sup>). Para tal, foram consultados diversos documentos e referências bibliográficas.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia para a recolha, análise, tratamento, organização e disponibilização de informação geográfica facultada pelas entidades envolvidas neste projeto. São também apresentados resultados estatísticos relacionados com o tratamento das informações disponibilizadas pelas entidades.

O quarto capítulo é destinado à realização de tarefas de análise e limpeza de ficheiros vetoriais (CAD) e a respetiva construção da topologia.

O quinto capítulo inclui a criação de uma metodologia para a realização de perfis transversais de forma automatizada.

---

<sup>1</sup> O Plano de Ordenamento da Orla costeira da segunda geração passou a ser escrito apenas com um "O" em vez de dois, esta designação foi introduzida pela Lei n.º 31/2014.

O sexto, é o último capítulo e é destinado a considerações finais sobre o trabalho realizado durante o período da realização do estágio.



## Capítulo II | Plano de Ordenamento da Orla Costeira

### 2.1. Enquadramento

Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POC) são umas das ferramentas de gestão do território usadas em Portugal. Estas ferramentas foram instituídas em 1993<sup>2</sup> visando ordenar a legislação reguladora sobre o litoral português.

Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira têm por objetivo a valorização e a classificação das praias, a regulamentação do uso balnear, a definição do regime de salvaguarda e a proteção das áreas consideradas úteis para logísticas (APA, COTEFIS, 2015).

Os POC abrangem uma faixa ao longo do litoral, esta zona designa-se por zona terrestre de proteção, com uma largura máxima de 550 metros contados a partir do limite das águas do mar para a terra e uma faixa marítima de proteção à batimétrica de 30 metros, excetuando as zonas sob jurisdição portuária (APA, 2015).

Estes critérios foram implementadas com o objetivo de: garantir um desenvolvimento equilibrado e compatível com os valores naturais, sociais, económicos e culturais; conservar e valorizar a orla costeira com incidências nas faixas marítimas e terrestres de proteção e ecossistemas associados; encontrar soluções de defesa costeira; transposição de sedimentos e reforço do cordão dunar.

Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira foram aprovados pela resolução do Conselho de Ministros e em 2002<sup>3</sup> surgiu um regulamento que diz que, os planos devem ser revisto num prazo máximo de 10 anos que são contabilizados a partir da data de entrada em vigor.

Para efeitos de planeamento considerados nos POOC's, o litoral de Portugal continental foi dividido em nove troços, que vai desde Caminha a Vila Real de Santo António, com exceção das zonas sob jurisdição portuária, correspondendo cada uma delas a um POOC (figura 1) (APA). Destes nove POOC's, seis foram implementados pelo Instituto da Água (EX-INAG) e os restantes pelo Instituto da Conservação da Natureza (ICNF). Esta divisão realizou-se da seguinte forma: Caminha-Espinho, Ovar-Marinha Grande, Alcobaça-Mafra, Cidadela-São Julião da Barra, Sado-Sines e Burgau-Vilamoura, Sintra-Sado, Sines-Burgau e Vila Moura-Vila Real de Stº António (figura 1).

---

<sup>2</sup> Lei nº 309/93, de 2 de setembro

<sup>3</sup> Lei nº 11/2002 de 17 de janeiro, artigo 103º



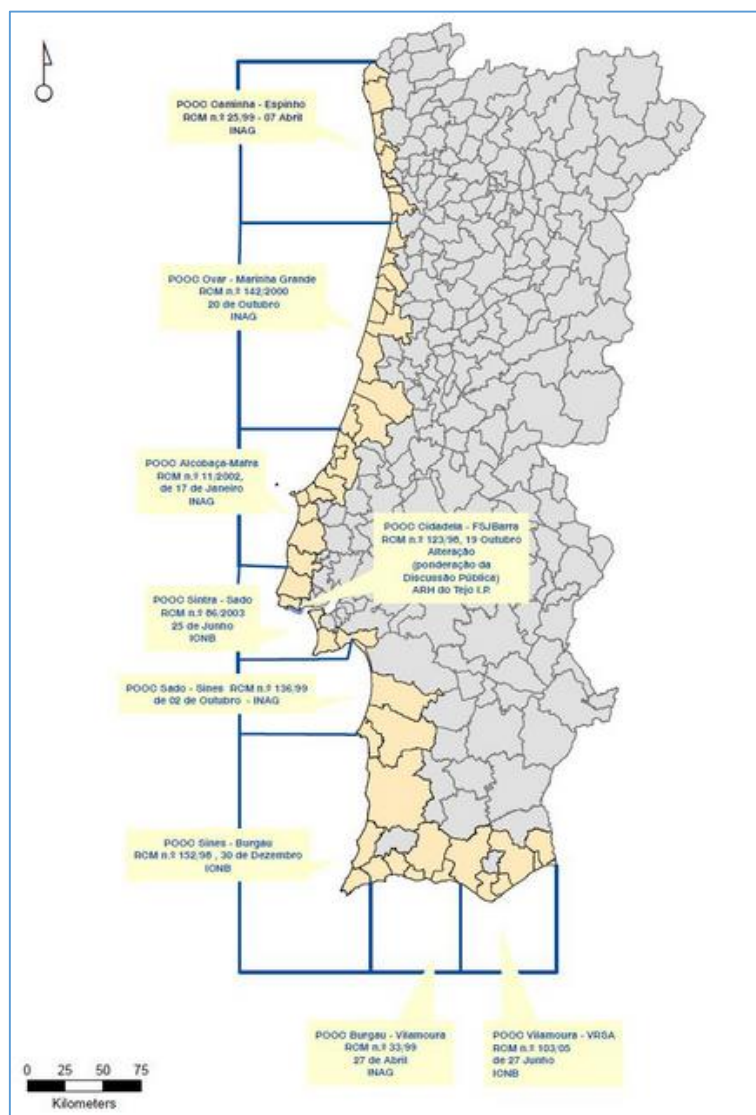


Figura 1 - Divisão dos troços no litoral Português (Fonte: APA)

## 2.2. POOC 1999 Caminha-Espinho

O POOC Caminha-Espinho encontra-se em vigor desde 1999<sup>4</sup> e em 2007<sup>5</sup> foi revisto. A faixa do litoral da Região Norte, em especial a faixa que abrange os concelhos de Caminha a Espinho apresenta uma grande diversidade territorial, biológica e paisagística (RCM n.º. 25/99). O troço está sujeito a graves processos relacionados com a erosão, apesar da estabilidade verificada nos últimos anos em alguns setores, facto que determina que se deve ter em atenção que esta situação pode implicar riscos para pessoas, bens (RCM n.º 25/99).

<sup>4</sup> Lei n.º. 25/99, de 7 de abril

<sup>5</sup> Lei n.º 154/2007, de 2 de outubro

O Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) de Caminha-Espinho vem permitir a definição rigorosa destes princípios, contendo a expansão urbana, em particular nas zonas costeiras (APA, 2015).

O POOC de 1999 foi o primeiro a ser feito no troço costeiro Caminha-Espinho e foi aprovado pelo Concelho de Ministros nº.25/99, de 7 de abril. Esta intervenção foi elaborada de acordo com o Decretos-Lei nº.309/93, de 2 de setembro, com as alterações propostas pelo Decreto-Lei nº.218/94, de 20 de agosto, bem como as indicações inseridas pelo Decreto-Lei nº.151/95, de 24 de junho, alterado pela Lei nº.5/96, de 29 de junho.

Este plano de ordenamento do território tem como objetivos principais a classificação das praias e a regulamentação do seu uso balnear, o aumento da área urbana e o impedimento de construções ao longo da costa, a valorização e qualificação das praias consideradas estratégicas para o turismo, a valorização da diversidade biológica e paisagística, procurando prevenir os ecossistemas e minimizar os graves problemas de processos erosivos e dos riscos para as pessoas e os seus bens materiais (RCM n.º 25/99)

Com o passar do tempo, deparou-se que o número e as condições de apoio às praias eram insuficientes face à dimensão da procura destas zonas pela população local que, a cada ano, crescia em alguns dos municípios envolvidos neste plano. Percebeu-se que as áreas existentes para os apoios de praia não permitiam o desenvolvimento das atividades previstas no plano de forma economicamente sustentada. Esta situação deve-se também ao facto das condições meteorológicas do litoral Norte, que limitam a utilização de esplanadas, verificando-se assim a necessidade de maiores áreas cobertas, que permitam o funcionamento dos apoios de praia durante todo o ano, ou a maior parte dela (RCM nº154/2007, de 2 de outubro).

Pelos motivos indicados no parágrafo anterior, procedeu-se *“a uma avaliação da classificação das praias e das áreas com aptidão balnear não classificadas como praias, das tipologias e dimensões dos apoios de praia, com vista a uma maior adequação destas áreas às características do Litoral Norte, bem como ponderar a alteração de disposições regulamentares que se têm revelado inadequadas à atual realidade”* (RCM nº154/2007, de 2 de outubro).

### **2.3. POOC 2007 Caminha-Espinho**

A fim de colmatar as dificuldades encontradas na implementação do POOC de 1999, principalmente no que diz respeito aos planos de praia, em 2007 resolveu-se rever

o POOC Caminha-Espinho. Nesta intervenção foi feita, uma avaliação da classificação das praias e das áreas consideradas como áreas de aptidão balnear não classificadas como praias, das tipologias e dimensões dos apoios de praia com vista a uma maior adequação destas áreas às características do litoral Norte.

O POOC Caminha-Espinho de 2007 focou-se essencialmente sobre as áreas já abrangidas pelo POOC de 1999, ou seja, as áreas de proteção costeira, áreas com aptidões balneares. Pretendia-se, avaliar as praias tendo em conta as alterações sofridas neste período de 8 anos, nomeadamente alterações em infraestrutura e saneamento básico, acessos a parque de estacionamento, demolições e requalificação dos espaços públicos; classificar as áreas com aptidões balnear, não sujeitas a planos de praia e integrá-las nos planos de praia a elaborar e outros aspetos.

Esta alteração foi proposta pela Resolução do Conselho de Ministros n.º.154/2007, de 2 de outubro que estabelece:

*“No sentido de evitar a alteração das circunstâncias e condições atualmente existentes na área de intervenção da alteração presente ao plano especial de ordenamento do território, facto que poderia comprometer decisivamente a sua futura execução, foi decidido promover a elaboração da alteração do POOC Caminha - Espinho, aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 25/99, de 7 de Abril, tendo sido estabelecidas medidas preventivas, através da Resolução de Conselho de Ministros n.º 62/2004, de 17 de Maio, alterada pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 3/2006, de 10 de Janeiro. A presente alteração visou a prossecução dos seguintes objetivos: a) Avaliar a classificação das praias, tendo em conta as alterações decorrentes de investimentos em infra -estruturas de saneamento básico, acessos, parques de estacionamento, demolições e requalificação do espaço público envolvente; b) Ponderar a classificação das áreas com aptidão balnear, não sujeitas a planos de praia e, eventualmente, abrange -las em plano de praia a elaborar; c) Avaliar as tipologias e dimensões dos apoios de praia e dos equipamentos com funções de apoio de praia previstos à luz das características e necessidades atuais; d) Ponderar a alteração de disposições regulamentares que se encontravam desadequadas relativamente à situação atual.” (Cotefis,2015).*

## 2.4. Âmbito do POOC EM VIGOR (POOC de 2007)

O POOC Caminha-Espinho em vigor abrange uma extensão de aproximadamente 110 quilómetros e contempla os concelhos de Caminha, Viana do Castelo, Esposende, Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Matosinhos, Vila Nova de Gaia e Espinho (figura 2).

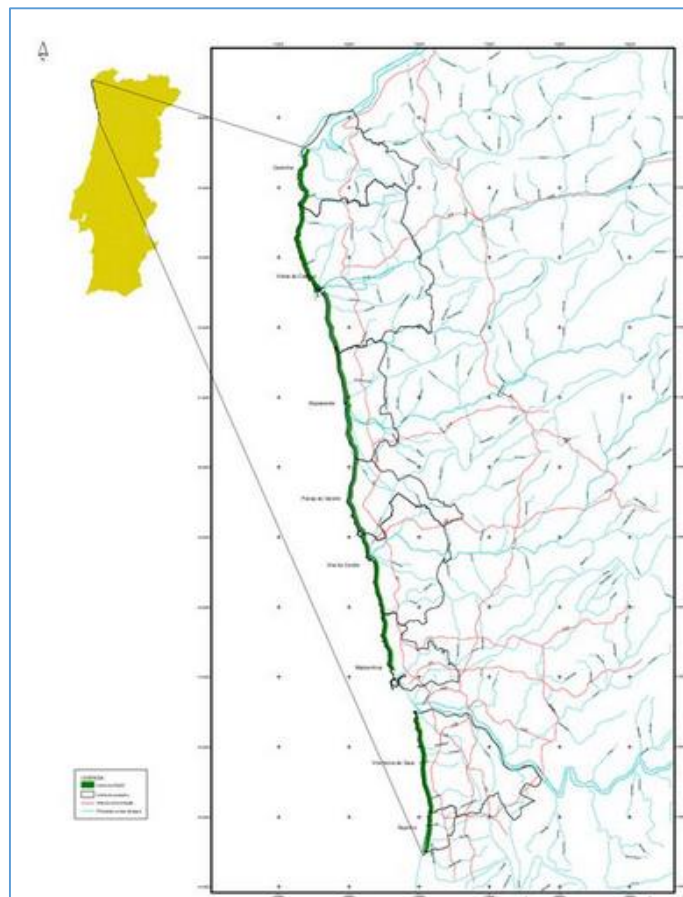


Figura 2 - Legenda dos 8 municípios inseridos no POOC Caminha-Espinho da Primeira Geração (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente 2015)

## 2.5. POC da segunda geração

Decorridos 8 anos desde a última revisão do POOC Caminha-Espinho foi necessário elaborar um novo plano nessa faixa litoral.

Com esta revisão, pretende-se realizar algumas mudanças, entre as quais se destacam:

- As zonas sob jurisdição portuária passarão a integrar o novo Plano, ou seja, o Concelho do Porto e todas as outras zonas que pertencem à Administração dos Portos entre Douro e Leixões (APDL) passarão a integrar esse novo POC.

- A zona terrestre de proteção com uma largura de 550 metros contados a partir da linha que delimita a margem das águas do mar passarão a ter uma largura máxima de 1050 metros. Este alargamento dos 550 metros para os 1050 metros é de extrema importância, pois essa largura proporciona uma maior proteção aos recursos hídricos, às pessoas e aos seus bens.
- A criação de condições para a manutenção, desenvolvimento e expansão de atividades importantes nesse troço costeiro, tais como atividades socioeconómicas, desportivas e outras atividades que contribuam para o desenvolvimento local e para contrariar a sazonalidade.
- Identificar e propor medidas para correção de ocupação indevida em áreas de domínio público marítimo e em áreas consideradas de risco.
- Valorizar e qualificar as praias, dunas e falésias consideradas importantes sobretudo por motivos ambientais e turísticos (COTEFIS, 2005).

## **2.6. Enquadramento da área de Estudo:**

Os nove concelhos que pertencerão ao POC da segunda geração totalizam um comprimento de aproximadamente 122 km, constituída por 45 freguesias pertencentes aos concelhos de Caminha, Viana do Castelo, Esposende, Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Matosinhos, Porto, Vila Nova de Gaia e Espinho. A área de intervenção integra a Zona Terrestre de Proteção (ZTP) que tem a largura mínima de 500 metros, mas pode ser aumentada até aos 1000, e zona marítima de proteção compreendida entre a linha limite do leito das águas do mar e a batimétrica dos 30 metros a partir do zero hidrográfico.

Na figura 2 ilustra-se a localização da área de estudo recorrendo a uma das saídas gráficas produzidas no âmbito deste trabalho:

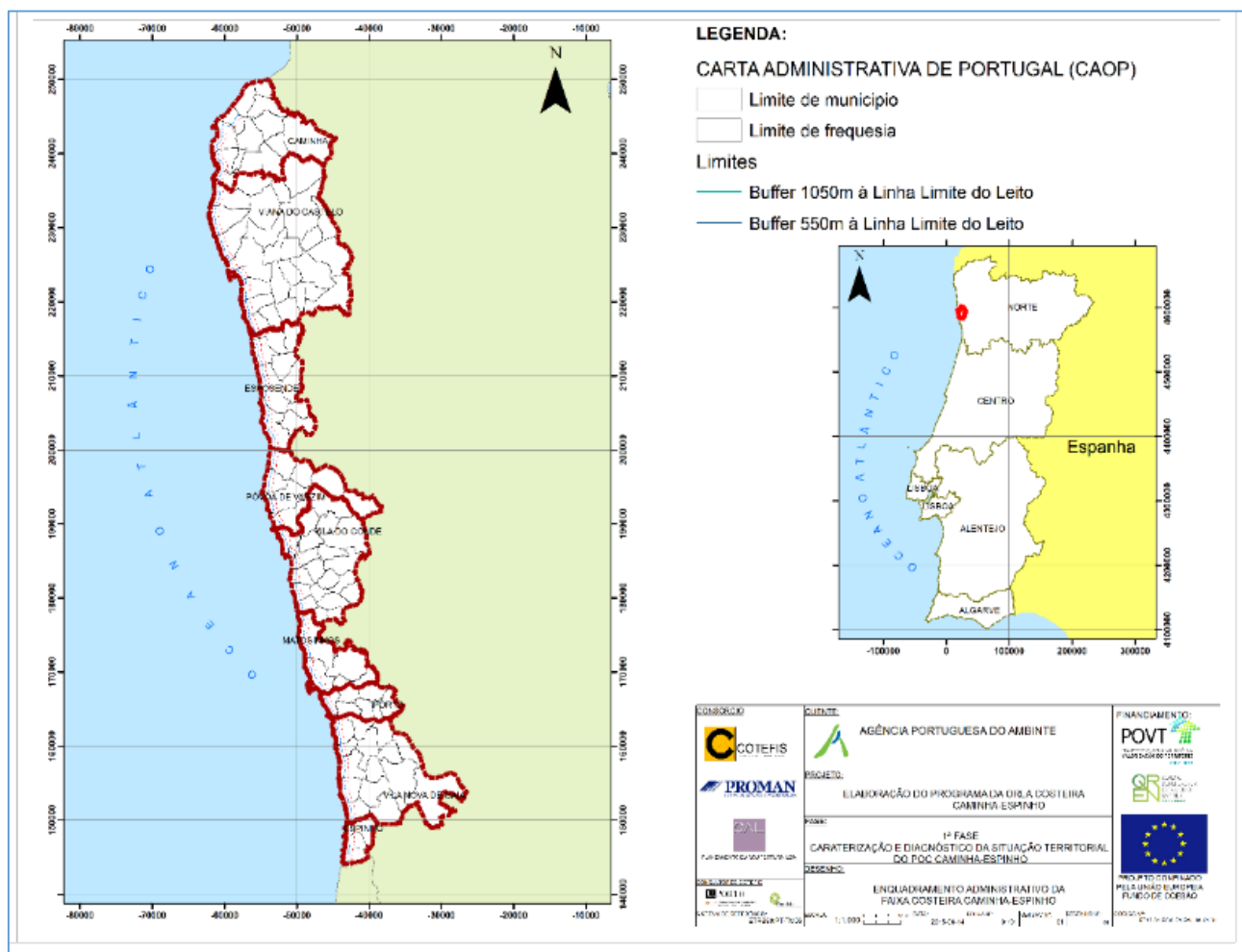


Figura 3 - OS 9 Municípios pertencentes ao POOC caminha-Espinho

### 2.6.1 Sistema biofísico

O troço Caminha - Espinho abrange 13 bacias hidrográficas, que integram três regiões hidrográficas do Norte de Portugal, (Figura 4) que são as seguintes:

- Região Hidrográfica do Minho e Lima, constituída pelas quatro sub-bacias hidrográficas: Minho, Costeiras entre o Minho e o Lima, Lima, e Neiva e Costeiras entre o Lima e o Neiva;
- Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça, constituída pelas sete sub-bacias hidrográficas: Costeiras entre o Neiva e o Cávado, Cávado, Costeiras entre o Cávado e o Ave, Ave, Costeiras entre o Ave e o Leça, Leça, Costeiras entre o Leça e o Douro;
- Região Hidrográfica do Douro, constituída pelas duas sub-bacias hidrográficas: Douro e Costeiras entre o Douro e o Vouga.

Para além dos grandes rios (Minho, Lima e Douro), localizam-se, no sector costeiro Caminha Espinho, outros rios de grande importância, tal como o Neiva, Cávado, Ave e Leça. A nível hidrográfico, é também de realçar a Barrinha de Esmoriz, uma pequena bacia lagunar que possui ligação com o mar.

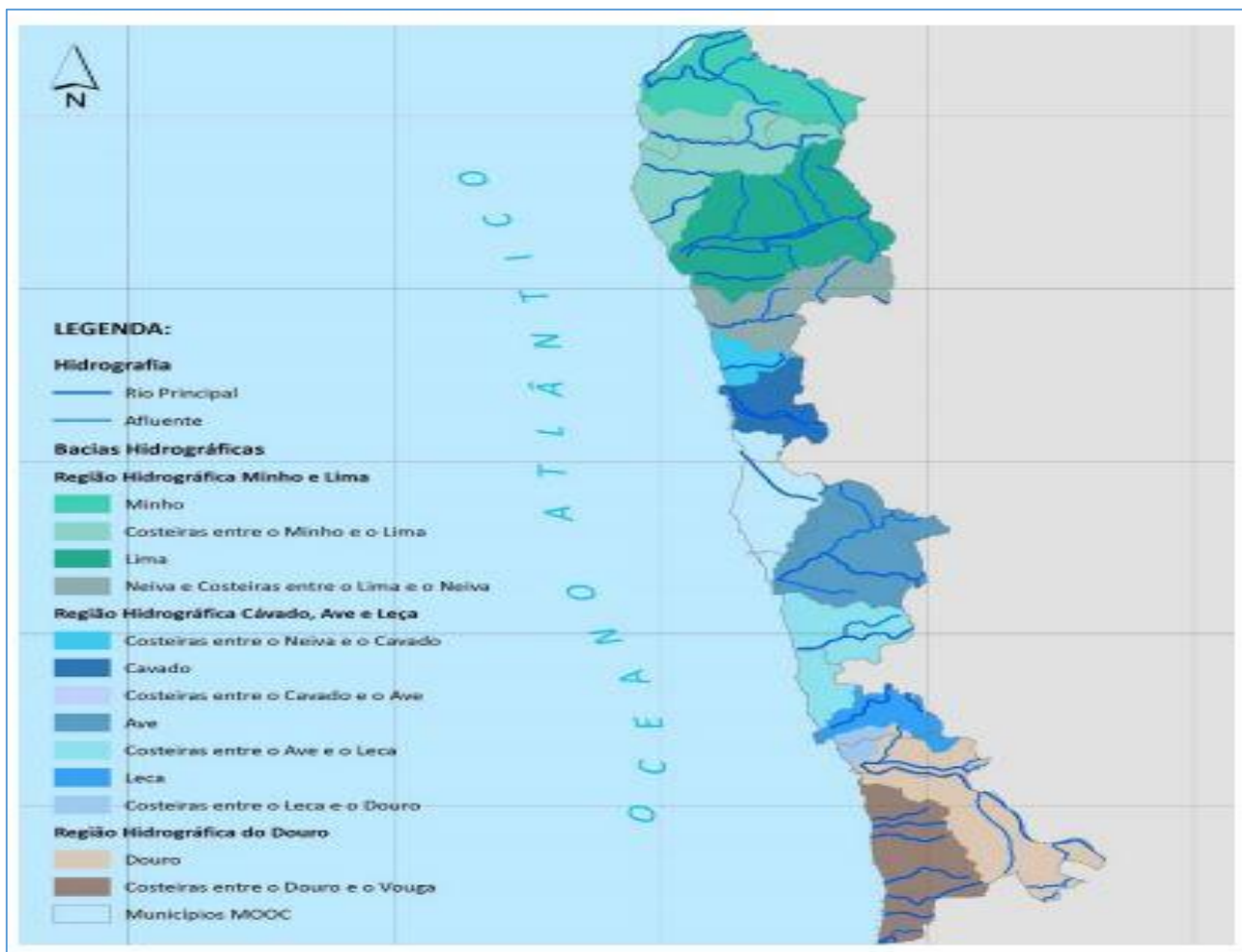


Figura 4 - Mapa com os rios do troço Caminha-Espinho

Na tabela 1 são identificadas as características de cada sub-bacia hidrográfica, nomeadamente a área que contempla cada sub-bacia

Na tabela 1 verifica-se que, das sub-bacias hidrográficas, destacam-se os rios Lima, Cávado, Ave e Douro com uma área superior a 1000 (km<sup>2</sup>). Verifica-se também, a partir da mesma tabela, que das sub-bacias com menor área destaca-se a costeira entre o Leça e o Douro com uma área de 12 km<sup>2</sup>.

Tabela 1- Sub-bacias da região que compõem o troço costeiro Caminha-Espinho (Fonte: COTEFIS 2015)

REGIÃO HIDROGRÁFICA	SUB-BACIA	ÁREA TOTAL (Km <sup>2</sup> )	ÁREA EM PORTUGAL (Km <sup>2</sup> )
Minho e Lima	Minho	17067	817
	Costeiras entre o Minho e o Lima	130	130
	Lima	2 470	1 213
	Neiva e Costeiras entre o Lima e o Neiva	241	241
Cávado, Ave e Leça	Costeiras entre o Neiva e o Cávado	20	20
	Cávado	1 593	1 593
	Costeiras entre o Cávado e o Ave	68	68
	Ave	1 391	1 391
	Costeiras entre o Ave e o Leça	89	89
	Leça	190	190
	Costeiras entre o Leça e o Douro	12	12
Douro	Douro	97 611	18 651
	Costeiras entre Douro e Vouga	207	207





## **Capítulo III | Metodologia para recolha, análise, tratamento, organização e disponibilização de informação geográfica**

O Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho (POC) foi adjudicado a um consórcio de três empresas. Dele fazem parte a empresa Planeamento e Arquitetura, Lda (PAL), a empresa PROMAN - Centro de Estudos e Projetos, SA e a líder do consórcio COTEFIS – Gestão de Projetos, SA. A COTEFIS é a responsável pela elaboração do programa que tem como entidade adjudicante a Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Este capítulo é destinado à recolha, análise, tratamento, organização e disponibilização de informação geográfica criada durante todo o programa.

### **3.1. Recolha**

Numa primeira fase, procedeu-se à recolha e análise da informação cartográfica disponibilizadas pelas entidades envolvidas na elaboração do plano, nomeadamente:

1. Informação geográfica recebida da (APA).
2. Informação obtida junto dos municípios e entidades oficiais.

#### **3.1.1. 1ª FASE: Informação geográfica recebida da APA**

A primeira fase destinou-se à recolha de informação cartográfica disponibilizada pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA). A informação foi disponibilizada através da *Meo Cloud* (serviço de alojamento e sincronização de ficheiros) da (APA) e contém as seguintes informações:

- Informação vetorial relativa ao POOC anterior;
- Cartografia vetorial à escala 2k do ano de 2001;

- Cartas Militares de Portugal à escala 1/25 000 - série M888 no formato *raster*.
- Ortofotomapas do ano de 2008 e 2012 com resolução de 0.1 e 0.5 metros respetivamente;
- Informação vetorial relativa a limites da linha de costa e leito de rios;
- Curva batimétrica dos 30 metros;
- MDT misto com resolução de 1 e 2 metros, respetivamente (MDT misto parte topográfica + parte batimétrica)
- Mais tarde recebeu-se a cartografia do ano de 2008, no formato *shapefile* e novo modelo de batimétricas.

### **3.1.2. 2ª FASE: Recolha de informação junto dos municípios e entidades oficiais**

Nesta fase também foram contactadas entidades, tais como: Comissão De Coordenação e Desenvolvimento Regional Do Norte (CCDR-N), Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (ICNF), Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM), Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, SA (APDL), Instituto Hidrográfico (IH), Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte DRAPN, Turismo de Portugal e Polis Norte, de forma a darem os seus contributos na implementação do POC da segunda geração.

Na tabela 2 consta a informação recebida das câmaras municipais envolvidas no referido trabalho. Optou-se por disponibilizar apenas a informação geográfica mais relevante.

*Tabela 2 - Tabela com a organização das informações recebidas das entidades colaboradoras na realização do POC de segunda geração*

<b>Entidades</b>	<b>Informação</b>	<b>Formato</b>	<b>Resolução/ escala</b>	<b>Sistema de coordenadas</b>
<b>C.M. de Caminha</b>	Cartografia vetorial homologada	DWG	10k	DT73
	Cartografia de base	DWG	10k	
<b>C.M. de Viana do Castelo</b>	Cartografia de 1996	DWG	10k	DT73
	Cartografia de 2003,2007,2009	DWG	10k	
<b>C.M. de Esposende</b>	Cartografia vetorial homologada	DWG	10k	
<b>C.M. da Póvoa de Varzim</b>	Cartografia		2k	ETRS89
	Cartografia vetorial homologada	DWG	10k	ETRS89
<b>C.M. de Vila de Conde</b>	Cartografia	DWG		
<b>C.M. de Matosinhos</b>	Cartografia Matosinhos	DXF	2k	DT73/ETRS89
	Cartografia 2013	SHP/SHX		DT73/ETRS89
<b>C.M. do Porto</b>	Não há informação			
<b>C.M. de Vila Nova de Gaia</b>	Cartografia 25k	TIF		
	Cartografia 500k_vetorial2012	SHP/DWG		ETRS89
	Ortofoto 2012	JPG		
<b>C.M. de Espinho</b>	Não há informação			

## 3.2. Análise

### 3.2.1. Metodologia de análise

A metodologia adotada para análise da cartografia recebida da zona de estudo foi desenvolvida em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, nomeadamente no *software ArcMap*, e o objetivo principal dessa análise é verificar em que sistema de coordenadas se encontra a cartografia fornecida pelas entidades envolvidas no programa.

Após recolhidas todas as informações consideradas necessárias e importantes para a realização do trabalho, passou-se para a etapa seguinte, a de análise de dados.

Verifica-se, a partir da tabela 2, que a cartografia disponibilizada pelas entidades envolvidas no POC se encontra em diferentes formatos, diferentes escalas e diferentes sistemas de coordenadas. Para analisar esses ficheiros o critério usado também foi diferente.

- Para ficheiros no formato *CAD* foram utilizados: ortofotomapas, Rede Geodésica Nacional (RGN) e a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP).
- Para ficheiros no formato *shapefile* (*SHP*) usaram-se os metadados, ficheiros *\*.prj* (caso fossem fornecidos), ortofotomapas, RGN e a CAOP.

Também foram disponibilizados várias *shapefiles*, como por exemplo, *shapefiles* de hidrografia, de limites de concelhos, de edifícios, de redes viárias e extração mineira, entre outros. Estes documentos não se encontram ilustrados na tabela, mas é de realçar que estes também foram analisados.

De seguida são apresentados alguns exemplos de cartografias analisadas e a descrição do processo efetuado, quer para ficheiros *CAD* quer para *SHP*. Na figura 5, é possível visualizar um extrato da cartografia de Vila Nova de Gaia, no formato *CAD*. Para analisar esta cartografia usaram-se ortofotomapas do ano de 2012 no sistema de coordenadas *ETRS89*.



Figura 5 - Exemplo da cartografia de Vila Nova de Gaia no datum ETRS 89 e o ortofoto do ano de 2012 no mesmo datum.

Carregaram-se os ortofotomapas e a cartografia de Vila Nova de Gaia no *ArcGIS* com o objetivo de verificar a sobreposição entre os dois ficheiros e, assim, verificar qual o sistema de coordenadas em que se encontra a cartografia. Percorreu-se por vários pontos para verificar se de facto os ficheiros se sobrepunham. Um dos critérios usados para a análise da sobreposição foi sempre comparar as linhas das estradas entre os dois ficheiros (sobreposição das linhas entre a cartografia e o ortofotomapa), escolhendo principalmente os lancis dos passeios, as piscinas e as linhas dos rios.

Na figura 6, está representado um outro exemplo, desta vez, a cartografia de Caminha assim como o critério usado para a sua análise. Optou-se por utilizar a rede geodésica nacional no sistema de coordenadas *datum 73* e no *ETRS89*.

Carregaram-se a RGN nos *data 73* e *89* e a cartografia de Caminha no *ArcGis*, com o objetivo de verificar a sobreposição entre os ficheiros, verificando assim qual o sistema de coordenadas em que se encontra a cartografia em questão.

Após o carregamento dos ficheiros, percorreu-se a cartografia com o objetivo de encontrar os marcos geodésicos. Após analisar os ficheiros percebeu-se que todos os marcos geodésicos que se encontravam desenhados na cartografia coincidiam com os marcos geodésicos no *datum 73*, sendo assim conclui-se de imediato que a cartografia de Caminha se encontrava no *datum 73*.

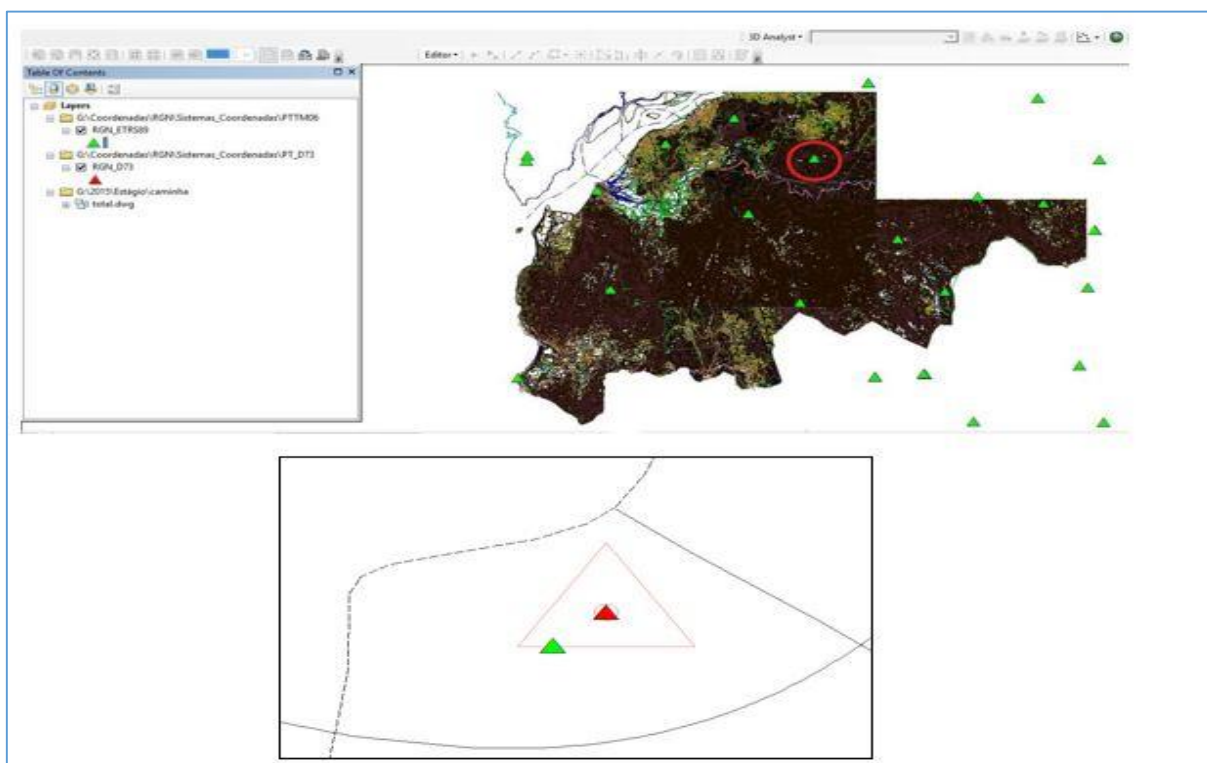


Figura 6- Sobreposição entre a cartografia de Caminha e a RGN

Na figura 6 verifica-se claramente que a cartografia de Caminha se encontra no *datum* 73, pois a rede geodésica (a vermelho) que se encontra no *datum* 73 coincide com a rede geodésica na cartografia. Pode-se verificar que o marco geodésico que se encontra no *datum* ETRS89 está afastado do centro da cartografia de Caminha.

Para analisar a cartografia do ano de 2003 de Viana de Castelo utilizou-se o mesmo critério usado na identificação do sistema de coordenadas da cartografia de Caminha, concluindo-se que a de Viana do Castelo também se encontrava no *datum* 73.

É de realçar que a maioria das cartografias recebidas se encontravam no formato CAD, pelo que o critério mais usado para analisar o sistema de coordenadas foi a utilização dos marcos geodésicos e em alguns casos as ortofotos do ano de 2012 assim como a CAOP.

De seguida verificam-se casos de ficheiros *shapefile*, onde alguns possuem ficheiros *\*.prj*. Nestas situações, para verificar em que sistema de coordenadas se encontravam os ficheiros *shapefile*, apenas foi necessário confirmar se de facto o que constava no ficheiro *\*.prj* correspondia ao sistema de coordenadas indicada no projeto gráfico. Por exemplo, os *shapefiles* de hidrografia e dos limites do concelho da cartografia de Viana do Castelo do ano de 2007 apresentavam os ficheiros *\*.prj* correspondentes ao *datum* 73. Para confirmar o sistema de coordenadas, carregou-se a CAOP no *datum* 73, a cartografia do ano de 2007 e os *shapefiles* indicados

anteriormente e verificou-se que, de facto, houve sobreposição entre estes ficheiros, o que nos levou a concluir que estes *shapefiles* se encontravam no datum 73.

Foram verificados casos em que determinados ficheiros apresentavam \*.prj num determinado sistema de coordenadas e ao analisá-los e confrontá-los com o projeto SIG, verificava-se que estes mesmos ficheiros não possuíam o mesmo sistema de coordenadas apresentado nos ficheiros \*.prj. Esta situação foi verificada em vários *shapefile*, o que nos mostra que é extremamente importante analisar todos os ficheiros antes da sua utilização.

Relativamente aos ficheiros metadados, como no caso da cartografia de Vila do Conde, apenas foi necessário verificar se as informações que se encontravam nos metadados correspondiam às que se encontravam no desenho gráfico. No ficheiro metadados, neste caso apresentado em formato pdf, tínhamos a informação que a cartografia de Vila do Conde se encontrava no sistema de coordenadas *Datum 73*. Para confirmar o sistema de coordenadas, carregaram-se a cartografia de Vila do Conde e a CAOP no *ArcGIS* com o objetivo de verificar a sobreposição entre esses dois ficheiros. Percorreu-se a cartografia e notava-se que havia sobreposição das estradas, casas, piscinas, limites de rios entre a cartografia de Vila do Conde e a CAOP. Confirmou-se que de facto toda a cartografia se encontrava no sistema *Datum 73* indicado no metadado.

De acordo com a análise efetuada nestas últimas tarefas, concluiu-se que é muito importante analisar os dados antes de realizar projetos SIG mesmo sabendo que estes se encontram num determinado sistema de coordenadas. Como se verificaram muitas situações contraditórias em relação aos sistemas de coordenadas usados nos projetos e nos *shapefile*, só com uma análise detalhada se descobrem os erros e respetivas correções a efetuar, e só posteriormente nos podem levar a concluir qual o sistema correspondente ao projeto

Para que tal situação não aconteça, é necessário que o produtor da cartografia, ou de uma *shapefile*, tenha mais atenção ao atribuir o sistema de coordenadas a um determinado projeto. Quando se produz uma cartografia ou se faz um conjunto de *shapefile* é muito importante que ela seja analisada por mais do que um produtor, de forma a descobrir se o sistema de coordenadas nela atribuída está correto, assim como descobrir a existência de outros tipos de erros, de forma a corrigi-los.

Houve situações em que a cartografia ou a *shapefile* não possuía sistemas de coordenadas e nem informações adicionais, pelo que foi preciso atribuir o sistema de coordenadas a esses ficheiros. Estas situações devem ser controladas, de modo que, quando uma determinada empresa ou instituição receba uma cartografia ou um outro



ficheiro qualquer, este já possua o sistema de coordenadas e informações adicionais, o que facilita o trabalho das pessoas e entidades que irão trabalhar com esses ficheiros.

### **3.3. Tratamento**

Nesta fase do trabalho, o objetivo é apresentar uma metodologia para:

- Transformar as coordenadas para o sistema a adotar durante a realização dos trabalhos (sistema de *ETRS89*).
- Criar o Mosaico dos Modelos digitais do terreno fornecido pela APA.

#### **3.3.1. Metodologia usada para transformação de coordenadas.**

A metodologia adotada para transformação de coordenadas de um *datum* para outro foi desenvolvida em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, nomeadamente no *software ArcMap* (numa primeira fase) e numa segunda fase desenvolvido no *software AutocadMap*.

No que diz respeito à apresentação da informação geográfica na elaboração do Modelo de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho, foi necessário cumprir com algumas especificações do caderno de encargos, uma delas é o sistema de referência espacial usado durante a implementação do trabalho.

De acordo com o caderno de encargos, o sistema de referência espacial a adotar durante a realização do trabalho deverá ser o sistema de referência espacial *ETRS89/PT-TM06 (European Terrestrial Reference System)*.

O *ETRS89* é um sistema global de referência estabelecido através de técnicas espaciais de observação. Este sistema é recomendado pela *EUREF (European Reference Frame Sub Commission for Europe*, subcomissão da IAG- Associação Internacional de Geodesia), para que seja coincidente com o *ITRS* na época de 1989 e fixado a parte estável da placa Euro-Asiática, sendo designado por Sistema de Referência Terrestre Europeu 1989. Este sistema foi implementado em 89, e hoje em dia já conta com várias concretizações *ITRS*, por exemplo o *ITRF 2000*, *ITRS 2005* e o mais recente *ITRF 2008 (DGT)*.

Em Portugal continental, o *ETRS89* foi implementado em 2006, com base nas campanhas internacionais de 1989, 1995 e 1997. O objetivo da implementação deste sistema foi ligar a rede portuguesa à rede europeia.

O *ETRS89* é utilizado em Portugal com uma projeção cartográfica nacional cujas características se encontram na tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros do sistema de referência espacial *ETRS89/PT-TM06* (Fonte: DGT)

<b>Elipsoide de referência:</b>	GRS80	Semi-eixo maior: $a = 6\,378\,137\text{ m}$ Achatamento: $f = 1 / 298,257\,222\,101$
<b>Projeção cartográfica:</b>	Transversa de Mercator	
<b>Latitude da origem das coordenadas retangulares:</b>	39° 40' 05",73 N	
<b>Longitude da origem das coordenadas retangulares:</b>	08° 07' 59",19 W	
<b>Falsa origem das coordenadas retangulares:</b>	Em M (distância à Meridiana): 0 m Em P (distância à Perpendicular): 0 m	
<b>Coefficiente de redução de escala no meridiano central:</b>	1,0	

Após serem analisados todos os ficheiros cartográficos foi necessário, uma vez que era um volume muito grande de informação, organizá-la de modo a poder disponibilizá-la a todos os membros da equipa. Sempre que foi necessário proceder à transformação de coordenadas, e de acordo com o caderno de encargos, usou-se o método desenvolvido pelo Professor José Alberto Gonçalves que se encontra disponibilizado em <http://www.fc.up.pt/pessoas/jagoncal/coordenadas/parte1.htm>, pois é um método que cumpre com todos os requisitos para o território nacional. Podia-se também usar o método de grelhas da direção DGT, mas este não se encontra disponível para o público em geral.

Antes de transformar as coordenadas foi necessário configurar os *data* no *ArcMap*, pois o método das grelhas de transformação de *datum* para Portugal não está definido, por defeito, no *ArcMap*. Esta configuração foi efetuada usando os passos indicados no *site* do parágrafo anterior. A configuração consistiu nos seguintes passos:

- Na pasta C:\Program Files (x86) \ArcGIS\Desktop10.3\pedata\ntv2\portugal foram colocados, os ficheiros [PT73 E89.GSB](#) , [PTLX E89.GSB](#), [PTLB E89.GSB](#) e [PTED E89.GSB](#) .
- Na *Toolbox Data management Tools-Projections and Transformations – Create Custom Geographic Transformation* atribui-se o nome à transformação de seguida

no *input Geographic Coordinate System*, e na pasta *Geographic Coordinate System* escolheram-se os *data* a serem transformados. No *Output Geographic Coordinate System* foi escolhida a pasta de *Geographic Coordinate System*, de seguida escolheu-se o sistema *ETRS 1989* e, por último, após efetuar estes passos todos, da parte da escolha dos métodos escolheu-se o método do *NTv2*.

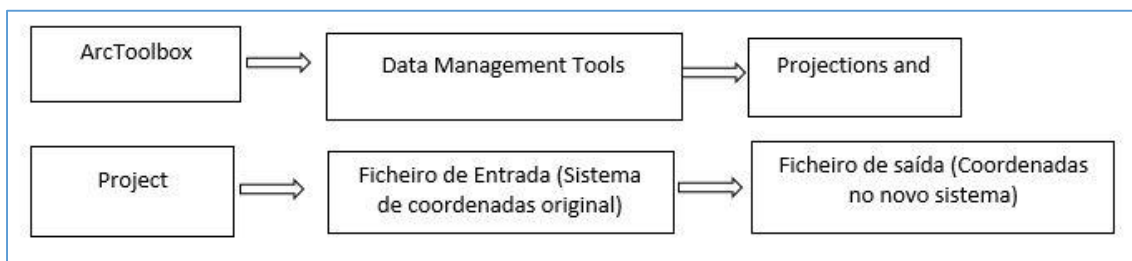


Figura 7 - Figura com os passos usados na transformação de coordenadas do sistema em que se encontrava a cartográfica original para o sistema de coordenadas ETRS89

Após estas configurações, fez-se a transformação das coordenadas das cartografias e dos *shapefiles* para o datum ETRS89.

Neste parágrafo, descreve-se o segundo método (método analítico) utilizado para a transformação de coordenadas. Como a cartografia recebida apresentava características muito díspares, foi necessário dividi-las de modo a poder trabalhar os ficheiros de forma independente. Assim, para cada município foram calculados parâmetros de translação locais utilizando as coordenadas conhecidas dos marcos geodésicos mais próximos, criando, para o efeito, um ficheiro Excel para cada um dos nove municípios com todos os cálculos necessários à obtenção dos parâmetros de translação.

Após obter as coordenadas dos marcos geodésicos, começou-se a calcular a diferença entre os *data* (equação 1).

$$DX = X(dt73) - X(ERTS89)$$

$$DY = Y(dt73) - Y(ERTS89)$$

(equação 1)

Equação 1 - Fórmulas para calcular as diferenças de coordenadas retangulares entre *data* 73 e 89

De seguida calculou-se a média e o desvio padrão para cada concelho usando a equação 2. É de referir que a média corresponde à translação.

$$x = \sum \frac{X_i - X_j}{n}; y = \sum \frac{Y_i - Y_j}{n}$$

(equação 2)

Equação 2 - Fórmula para o cálculo da média das coordenadas dos Marcos Geodésicos nos *data* 73 e ETRS 89 dos concelhos envolvidos no Plano

Onde  $X_i, X_j$  correspondem às coordenadas retangulares dos eixos dos xx nos data 73 e 89 respetivamente e  $Y_i, Y_j$  as coordenadas retangulares dos eixos dos yy nos data 73 e ETRS89, respetivamente,  $\bar{x}$  a média e  $n$  o tamanho da amostra.

$$S = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{x})^2 + (Y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (\text{equação 3})$$

*Equação 3 - Fórmula usada para o cálculo do desvio padrão das médias das coordenadas dos Marcos Geodésicos dos 9 concelhos pertencentes ao plano.*

Onde  $S$  corresponde ao desvio padrão.

Na tabela 4 estão representados a média e o desvio padrão para todos os concelhos envolvidos na elaboração do plano de ordenamento da orla costeira.

*Tabela 4 - Valores da média e do desvio padrão das coordenadas dos 9 concelhos.*

Concelhos	Média X (m)	Média Y (m)	Desvio X	Desvio Y
<b>Caminha</b>	4.57	4.15	0.105	0.122
<b>Viana do Castelo</b>	4.14	3.39	0.187	0.208
<b>Esposende</b>	3.66	3.65	0.094	0.115
<b>Póvoa de Varzim</b>	3.38	3.32	0.038	0.047
<b>Vila do Conde</b>	3.26	3.12	0.165	0.099
<b>Matosinhos</b>	2.90	2.92	0.063	0.102
<b>Porto</b>	2.86	2.71	0.050	0.070
<b>Vila Nova de Gaia</b>	2.74	2.57	0.077	0.116
<b>Espinho</b>	2.54	2.44	0,154	0.103

Após obter os resultados da translação (tabela 4), procedeu-se à transformação de coordenadas de um *datum* para outro usando o *AutoCadMap*.

A partir da tabela 4 verificar se, por exemplo, que o Concelho de Espinho teve uma translação para eixo dos xx de 2.54 metros, com um desvio de 15 centímetros e uma translação para o eixo dos yy de 2.44 metros com um desvio de 10 centímetros. Também pode verificar-se que o concelho onde houve maior translação é o de Caminha, com uma translação para os eixos de xx e yy de 4.57 metros e 4.145 metros respetivamente, com desvios padrão de 10 e 12 centímetros respetivamente.

### 3.3.2. Metodologia usada na montagem do mosaico

Foram disponibilizados, pela entidade adjudicante, modelo digital do terreno com resolução de 1 e 2 metros respetivamente. Estes ficheiros foram recebidos no formato \*.ASC//. Receberam-se centenas de ficheiros neste formato e pretendia-se montar um mosaico com os ficheiros, de forma a obter uma base solida para a realização das tarefas que envolviam os MDT.

Chama-se modelo digital do terreno misto aos modelos que apresentam quer a parte topográfica quer a parte batimétrica. Como o objetivo deste trabalho é tratar de toda a informação cartográfica relativa ao POC, precisa-se das duas partes. O mosaico pode ser construído usando a ferramenta *Mosaic to new raster* do *ArcGis* ou *OSGeo4w Shell*, *software* que vem instalado juntamente com o *QGIS*. Inicialmente foi efetuado o mosaico usando a ferramenta *OSGeo4w Shell*, mas o resultado apresentava pouca qualidade de visualização e ocupava muita memória. Pelo motivo indicado anteriormente, foi efetuado o mosaico usando a ferramenta do *ArcMap* com o objetivo de verificar qual a melhor ferramenta. Após uma comparação dos resultados, verificou-se que resultado encontrado com a ferramenta do *ArcMap* foi a melhor solução para este trabalho, pois apresentava melhor qualidade e ocupava menos memória. No parágrafo seguinte é descrito o método utilizado com a ferramenta do *ArcMap* para a construção do mosaico.

Com a ferramenta *Mosaic to new raster*, o processo da criação do mosaico é relativamente simples, basta aceder à ferramenta *Arctoolbox* e navegar até à ferramenta *Mosaic to new raster* (figura 8).

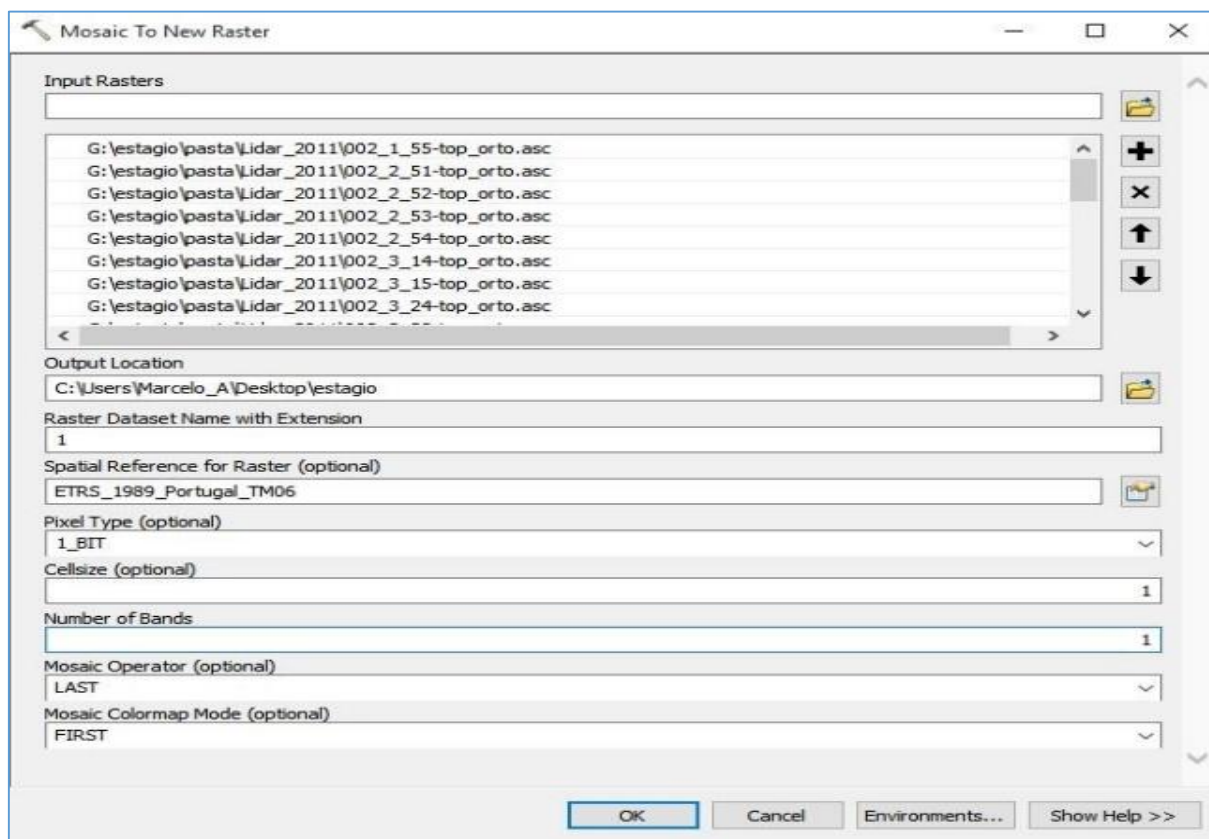


Figura 8 - Ferramenta do ArcMap onde é montado o Mosaico

A partir da figura 8, verificam-se os vários ficheiros \*.ASC// usados para a criação do mosaico. A partir da figura 8, também se podem verificar as configurações usadas na montagem do mosaico. Na figura 9, observa-se o resultado da montagem do mosaico.

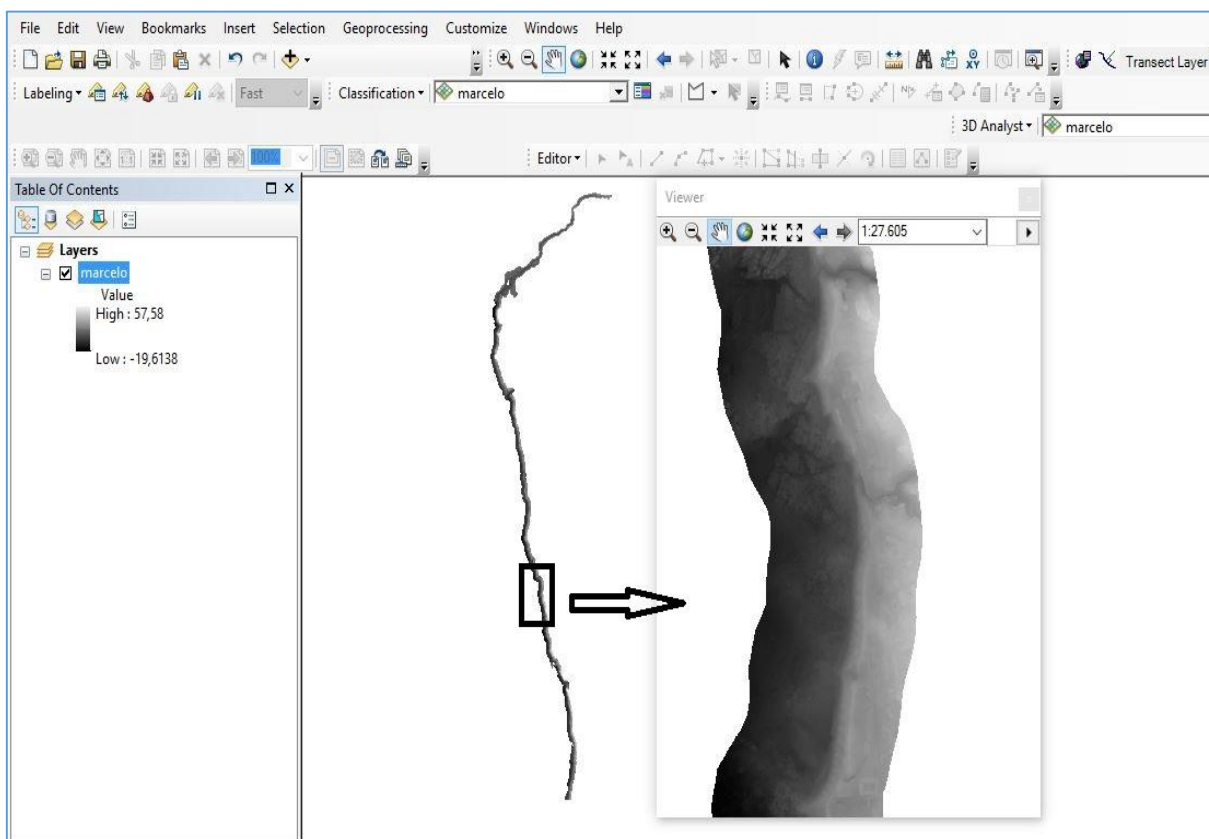


Figura 9 - Resultado do Mosaico do troço Caminha-Espinho

Após efetuar a transformação das coordenadas do *datum* 73 para o *datum* ETRS 89, assim como a montagem do mosaico, passou-se para a fase seguinte: organização dos dados.

### 3.3. Organização

Os dados foram organizados todos numa tabela de base de dados, para que fossem disponibilizados para toda a equipa que fazia parte do projeto Plano de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho.

### 3.4. Disponibilização

Os dados foram disponibilizados para toda a equipa que faz parte do projeto, através do servidor *MEO Cloud*, onde podiam aceder a documentos relacionados com a cartografia de modo a realizar as suas respetivas tarefas.







## Capítulo IV | Metodologia de Importação e Análise de Cartografia em SIG

### 4.1. Enquadramento

Inicialmente, no caderno de encargos estava previsto considerar a cartografia do ano de 2001 como base para POC. Mas, numa fase mais avançada, por definição do cliente (APA), foram adotados os ortofotomapas do ano de 2012 com a resolução de 0,5 metros.

Mesmo sabendo que a cartografia do ano de 2001 não seria utilizada como base para a realização dos trabalhos, e uma vez que a sua análise já estava em curso, optou-se, no âmbito do estágio, analisar o seu conteúdo. Esta análise tinha como objetivo perceber a dinâmica dos processos realizados na construção de uma base cartográfica, perceber quais são os erros mais frequentes numa base cartográfica e quais as formas mais eficientes e eficazes de os corrigir. Pretendia-se também com isto, construir a topologia da zona de estudo, pois a topologia é a forma mais correta de construir uma base cartografia. Para além disso, pretendia-se, com a realização desta tarefa, ganhar experiência, de forma a ter capacidade de alertar os produtores de cartografia, as entidade e pessoas não relacionadas com esta área e que usam bases cartográficas para a realização dos seus projetos.

### 4.2. Topologia

A topologia retrata a forma como os objetos gráficos: nós, linhas e polígonos se relacionam e interligam, de forma a constituir a base das análises SIG, como análise espacial e análise de redes (Sousa, 2005 e Góes, 2009). Os *softwares* *ArcoGis*, *QGIS* e o *AutocadMap* disponibilizam ferramentas com capacidade para a criação da informação topológica e consultas baseadas nestas informações.

A topologia, para além de descrever a localização e a geometria das entidades de um mapa, define relações de conectividade, adjacência, proximidade, pertinência, continência e interseção (Sousa, 2005 e Góes, 2009)

A Conetividade permite a ligação entre arcos através de nós (*nodes*). A adjacência permite que arcos possuam direção e lados para a esquerda e direita. É de realçar que

a direção é muito importante para modelagem de fluxos onde os atributos de orientação, como informação de nó para nó são armazenados. De acordo com (Góes, 2009), para definir a topologia de um mapa, os sistemas de informação geográfica devem utilizar uma estrutura de base de dados espaciais.

#### **4.2.1. Tipos de topologia**

Existem três tipos de topologias: topologia de ponto (*Node*), linha (*Network*) e polígono (*polygon*). De seguida serão apresentados os conceitos teóricos destes tipos de topologias.

##### **4.2.1.1. Topologia de ponto**

Este tipo de topologia define relações entre vários nós (pontos) podendo ser utilizados em conjunto com outros tipos topológicos em diversas análises. Os elementos usados na construção de topologia de ponto são objetos do tipo ponto, textos e anotações.

##### **4.2.1.2. Topologia de redes (linha)**

Este tipo de topologia define as relações entre entidades lineares. Estas entidades podem estar ligadas por pontos (nós), nomeadamente nos pontos de interseção.

##### **4.2.1.3. Topologia de polígono**

Este tipo de topologia é usado em entidades que delimitam uma determinada área, ou seja, são basicamente linhas fechadas com pontos dando origem a uma área (polígono fechado). Cada polígono apresenta um centróide que é um ponto, ou um elemento de bloco dentro do polígono que contém informações sobre a área que o polígono abrange. Na tabela 6 apresentam-se as principais características de cada tipo de topologia.

Tabela 5 - Características de cada tipo de topologia (fonte: Sousa, 2005)

Topologia	Nós	Redes	Polígonos
<b>Coordenadas X,Y</b>	Par de coordenadas X, Y	Sequência de pares de coordenadas	Fronteira definida por pares de coordenadas
<b>Dimensão</b>	Sem dimensão	Comprimento	Área

## 4.2.2. Relações topológicas

Na construção da topologia podem realizar-se algumas relações topológicas, tais como: relações linha - nó, linha - polígono e esquerda - direita.

### 4.2.2.1. Relação linha - nó

Com esta relação (figura 10), as linhas são conectadas a outras através de pontos comuns.

Esta relação é muito útil para resolver problemas do tipo: análises de percursos, localização por endereços, entre outros (Sousa, 2005 e Góes, 2009). Cada linha pode conter dois nós, o nó inicial e o nó final, podendo, cada um deles, ser comum a duas ou mais entidades do tipo linha. Com esta relação pode definir-se o sentido para uma linha, sendo que, por defeito todas as linhas permitem os dois sentidos (Sousa, 2005). Esta possibilidade permite definir, por exemplo, estradas de sentido único, ou em análise de condutas em que apenas um sentido é permitido.

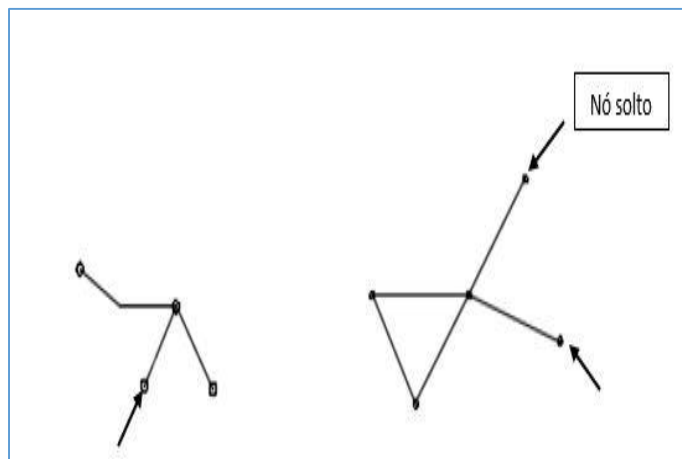


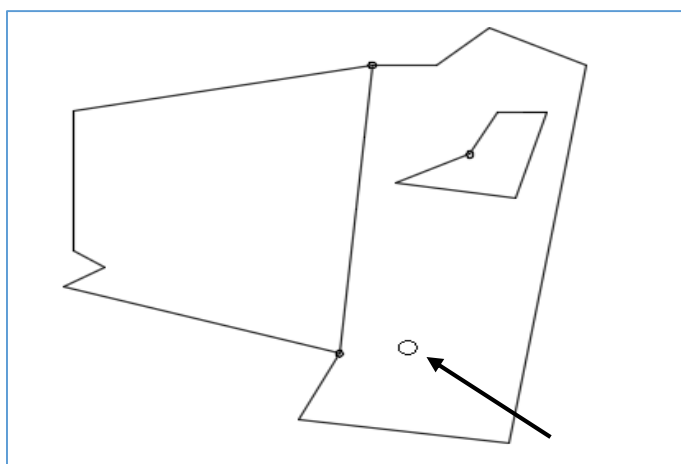
Figura 10 – Relação do tipo linha-ponto

Um pseudonó é um nó que está ligado a duas linhas, e é de extrema importância na transição de uma linha para outra. Por exemplo, no caso de uma rede viária, os nós representarão os cruzamentos e as linhas as estradas, podendo nestes casos, a informação topológica ser de extrema importância para determinar o caminho mais curto entre local de acidente e o hospital, o caminho mais curto para o polícia chegar a um sítio onde há incêndios, e delinquências (Sousa, 2005)

#### **4.2.2.2. Relação do tipo linha – polígono**

Um polígono é basicamente um conjunto de linhas fechadas. Os polígonos normalmente contêm buracos, estes buracos são áreas que não fazem parte do polígono, a figura 11 ilustra um exemplo de linhas em forma de polígonos.

Normalmente os polígonos contêm um centróide, centróide este que não é obrigatoriamente, o centro do polígono, podendo ainda ser representado como uma *layer* diferente do polígono. Para tal, este ponto terá de pertencer ao interior do polígono e ser exterior aos buracos, caso estes existam.

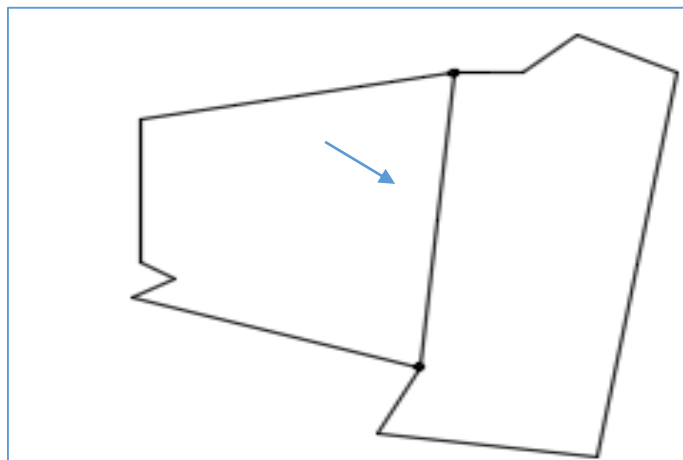


*Figura 11 - Relação do tipo linha-polígono com o respetivo centróide*

#### **4.2.2.3. Relação do tipo esquerda - direita**

Ao situar-se num nó inicial e olhar ao longo de uma linha até ao nó final, pode-se considerar um lado direito e um lado esquerdo. Caso a linha considerada seja a fronteira entre dois polígonos, pode identificar-se o polígono à esquerda e o polígono à direita. O

lado esquerdo e direito de um polígono. A figura 12 ilustra um exemplo da relação entre esquerda – direita



*Figura 12 - Relação esquerda direita*

### **4.2.3. Vantagens no uso de topologia**

A construção de topologia é muito importante e traz vários benefícios pois, com a construção da mesma, é possível analisar dados de forma mais flexível. Sendo assim, os aspetos mais vantajosos na utilização da topologia são os seguintes:

- O uso da topologia facilita a criação e a edição de dados.
- O uso da topologia permite definir e analisar a relação entre entidades de uma forma autónoma.
- Permite analisar as entidades e respetivos atributos de forma mais rápida e eficaz.
- Permite armazenar grandes quantidades de dados.
- Possibilidade de combinar topologias com o objetivo de produzir informação, com possibilidade de desfazer a combinação feita.
- Combina diversos tipos de informações topológicas para originar informações mais complexas.
- A topologia é a forma mais eficaz de armazenar grande volume de dados - as fronteiras de polígonos adjacentes são armazenadas uma única vez.

É de realçar que, para construir a topologia e obter uma base cartográfica bem organizado, é preciso que a cartografia não possua erros, pois a topologia só é criada quando não existir mais erros numa base cartográfica. Por isso antes de construir a

topologia é preciso identificar todos os erros existentes e corrigi-los. Estes (tipos de erros e a sua correção) são abordadas na seção que se segue.

### 4.3. Zona de estudo

Dos 122 km de extensão da zona de estudo (Caminha-Espinho), optou-se por seleccionar uma pequena amostra para a realização da limpeza. A zona escolhida foi o litoral do concelho de Caminha (figura 13).

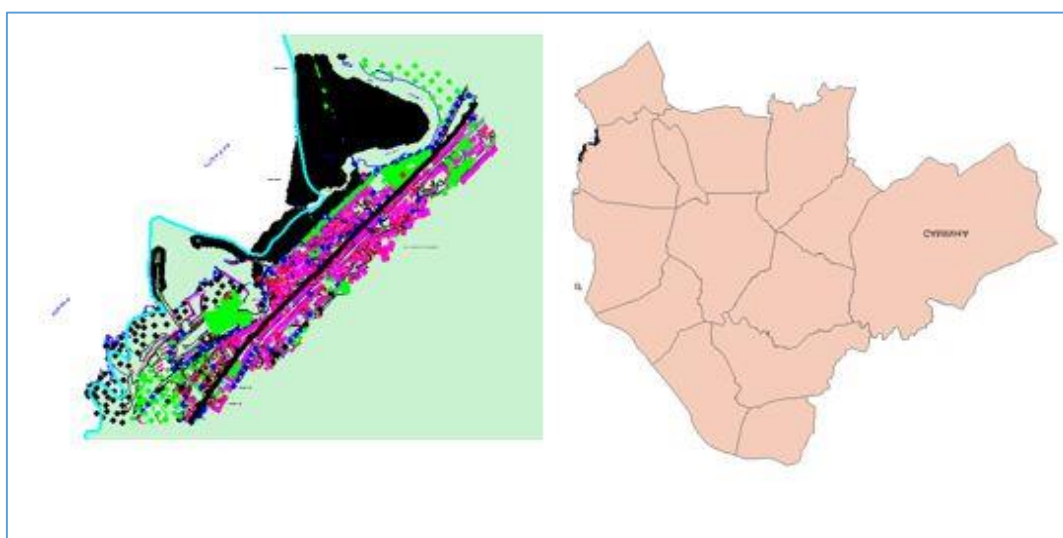


Figura 13 - Zona escolhida para a realização da limpeza para a construção da topologia

Após a análise do ficheiro começou-se a limpeza do mesmo, para tal, em primeiro lugar verificou-se os tipos de erros que uma base cartográfica pode possuir.

### 4.4. Tipos de erros

Uma base de dados cartográfica pode possuir diferentes tipos de erros. É fundamental identificar e corrigir estes erros na realização de um projeto SIG. Para Sousa, (2005) “Reconhecer os erros e avaliar a tolerância ao grau de erro admissível em determinada aplicação é uma das tarefas dos utilizadores de Sistema de Informação Geográfica”. No ponto que se segue são apresentados os erros mais comuns numa base cartográfica.

#### **4.4.1. Erros resultantes das medições originais**

a- Exatidão posicional

De acordo com a Direção Geral do Território, este é um erro onde o “*Valor indicador da concordância entre as coordenadas de um ponto obtidas na Cartografia e as correspondentes no terreno obtidas por um método muito rigoroso, que garanta observações o mais exatas possível. O Erro Médio Quadrático pode ser usado para este fim, desde que as observações estejam isentas de sistematismos*”

b- Exatidão de conteúdo (qualitativo e quantitativo)

c- Fontes de variação nos dados

d- Falhas na entrada/saída dos dados

#### **4.4.2. Erros dependentes do processamento**

a- Erros numéricos no computador (arredondamento, conversões de dados)

b- Limites da representação numérica (precisão, armazenamento, geometria)

c- Erros da digitalização

d- Problemas associados à sobreposição de mapas

e- Metodologia

#### **4.4.3. Erros topológicos**

Este é um tipo de erro muito frequente, estes erros “*são gerados quando são criadas, de forma automática, novas relações espaciais entre entidades do desenho*” (Sousa, 2005). Estes podem ser evitados e atenuados pelo utilizador, para tal o operador deve ser capaz de identificar e corrigir todo o tipo de erro no processo de criação da topologia. O operador deve realizar o processo de criação da topologia com muita atenção por forma a não originar mais erros dos que a cartografia já possui, durante o processo de criação de topologia.



#### 4.4.4. Outros tipos de erros

- Erros na fronteira de mapas adjacentes
- Erros de escala e georreferenciação ou distorção não lineares provocadas pela fronteira dos mapas

De acordo com Sousa (2005) “quando são utilizados mapas adjacentes ou quando se utiliza informação cartográfica com diferentes sistemas de coordenadas, é provável que não haja um ajustamento perfeito na fronteira dos mapas. Assim sendo, objetos como estradas, canalizações e entidades topográficas (por exemplo, curvas de nível), representadas em várias cartas, poderão aparecer descontínuas nas zonas de transição de cartas. Estas descontinuidades são geralmente, devidas a:

*Distorções provocadas, na carta, pela humidade, pelo uso da carta e erros na digitalização.”*

Ainda de acordo com Sousa (2005), a operação que contabiliza os objetos na região das fronteiras dos mapas é designada por *Edge Matching* e para a realização desta tarefa, recorre-se à opção de limpeza *Snap Clustered Nodes* (ver Correção dos erros).

#### 4.5. Metodologia usada na Limpeza da cartografia

A metodologia adotada para a elaboração da limpeza da cartografia do litoral de Caminha foi desenvolvida em ambiente *Autodesk*, concretamente no *AutocadMap*. Neste programa foi usada a ferramenta **drawing cleanup**. Esta ferramenta é constituída por vários comandos que permitem identificar e corrigir os erros relativos a cartografia.

Os comandos usados para identificar e corrigir os erros foram aplicados separadamente conforme mostra a tabela 5. Não existe uma regra para aplicar a ordem dos comandos, sendo assim, optou-se por aplicar os comandos seguindo o exemplo aplicado no livro de Sousa (2005).

Embora seja necessário efetuar a limpeza de todos os ficheiros a utilizar, para implementação de qualquer projeto SIG, para melhor compreensão optou-se por limpar uma base composta, exclusivamente por entidades lineares. Foi escolhido o *layer* estrada, que será usado na construção da topologia de linhas e uma base composta apenas por polígonos (*layer* Edifícios Particulares) que servirá para a construção da topologia de polígonos. Os outros *layers* não tinham importância na construção da topologia, sendo assim, analisaram-se estes dois *layers* (Estradas e Edifícios

Particulares) considerados mais pertinentes para a limpeza e posterior construção da topologia. Verificou-se que o *layer* estrada não possuía pontos que definissem cruzamentos (eixos de vias), por este motivo acabou-se por descartar essa limpeza e respetiva construção da topologia e focar apenas na limpeza da *layer* dos Edifícios Particulares. Na figura 14 pode-se verificar o *layer* dos edifícios Particulares que será tratado.

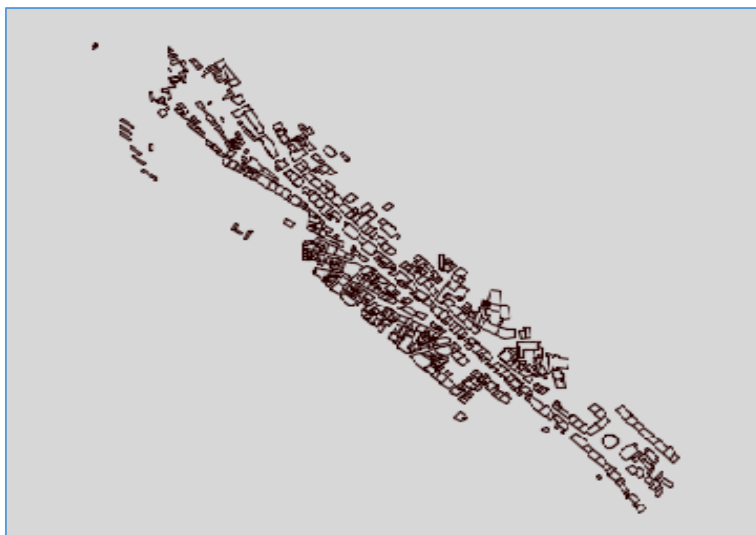


Figura 14 - Extrato da zona de estudo (*layer* edifícios em construção)

Após efetuar uma análise profunda do *layer* em estudo, começou o processo de identificação e correção dos erros existentes na cartografia

#### 4.6. Correção dos erros

Durante a análise da base cartográfica em estudo, deparou-se com vários tipos de erros que prejudicam a criação da topologia. Estes erros podem ser identificados e corrigidos usando as seguintes operações no *AutocadMap*:

- a. Simplificação de objetos (*Simplify Objects*)
- b. Eliminar objetos duplicados (*Delete Duplicate objects*)
- c. Eliminar objetos curtos (*Erase Short Objects*)
- d. Partir objetos que se cruzam (*Break Crossing Objects*)
- e. Estender objetos (*Extend Undershoots*)
- f. Eliminar objetos com nós soltos (*Erase Dangling Objects*)

g. *Dissolve Pseudo Nodes*

#### **4.6.1. *Simplify Objects***

Esta operação permite identificar e corrigir erros provenientes de mapas de grandes escalas, onde não é exigido grande detalhe. Neste tipo de mapas (grande escala) é conveniente simplificar entidades lineares, pois tem-se milhares de números de vértices, alguns sem interferência no mapa. De uma forma mais simples o *Simplify Objects* permite identificar objetos considerados menos importantes e que ocupam espaço, eliminando-os. É fundamental ter muito cuidado ao usar esta ferramenta, pois, podem-se eliminar mais entidades do que seria suposto.

#### **4.6.2. *Delete Duplicate objects***

Esta operação é utilizada, antes da criação de topologia, pois a maioria das cartografias apresentam objetos duplicados. Segundo Sousa, (2005) no *AutoCad* os objetos com propriedades diferentes, como cor, tipo de linha, *layer*, poderão ser considerados como duplicados se estiverem selecionados ou se estiverem dentro da tolerância definida. A figura 15 ilustra um exemplo de um objeto duplicado. Nesta figura verifica-se do lado esquerdo o objeto duplicado, e do lado direito o objeto após a eliminação do duplicado. É necessário ter muita atenção, pois às vezes é difícil perceber que existem objetos duplicados. No exemplo da figura 15, os dois objetos têm uma distância entre eles de 0.0066 metros, ou seja, um erro dificilmente detetado.

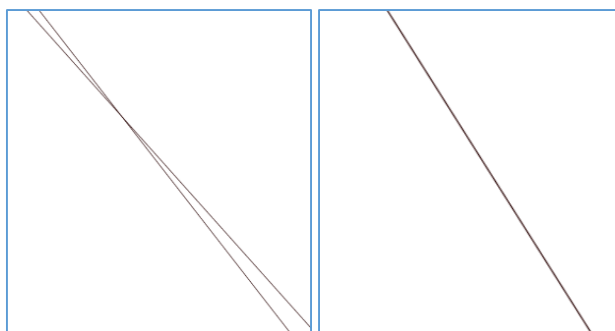


Figura 15 - Eliminação dos objetos duplicados

### 4.6.3. *Erase Short Objects*

Esta operação é muito útil para identificar e corrigir objetos isolados. Os objetos isolados são oriundos da digitalização, pois durante a digitalização são criados objetos isolados de pequenas dimensões que são erros. Para além destes objetos curtos, durante a digitalização também podem ser criadas polilinhas com muitos nós, fazendo com que apareçam segmentos demasiado curtos que fazem aumentar a dimensão do ficheiro (Sousa, 2005). Desta forma, devem eliminar-se todos estes objetos antes da realização da topologia, de forma que a cartografia entre no ambiente *SIG* sem causar problemas. Na figura 16 é ilustrado um exemplo deste erro e a respetiva correção.

Nesta mesma figura verificam-se, do lado esquerdo, objetos curtos, e do lado direito objetos após a correção. É obrigatório eliminar estes objetos curtos, pois estes objetos fazem com que o projeto fique mais extenso e com maior número de erros.

Estes objetos são extremamente difíceis de serem detetados, em alguns casos, por exemplo, na figura 16, a distância entre o objeto curto (a linha mais pequena, da direita) e o objeto considerado na construção da topologia (da direita) é de 0,0058 metros, uma distância muito pequena. Portanto esta distância é extremamente pequena, como tal é preciso muita atenção para encontrar estes objetos.

Por estas razões o *Erase Short Objects* é muito importante, pois com este comando são facilmente detetados e corrigidos estes tipos de erros.

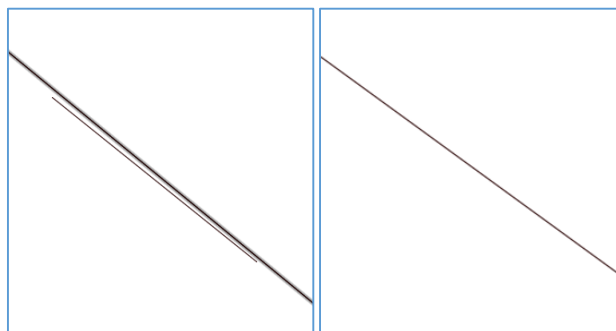


Figura 16 - Identificação e correção de objetos soltos

### 4.6.4. *Snap Clustered*

Após a eliminação dos objetos curtos é importante efetuar a operação *Snap Clustered nodes*, de forma a garantir a continuidade das entidades lineares. Em muitos casos, ao eliminar objetos curtos perdem-se certas entidades, sendo necessário ligar

entidades que estavam inicialmente ligadas. A ferramenta *Snap Clusted* (figura 17) é usada para este efeito.

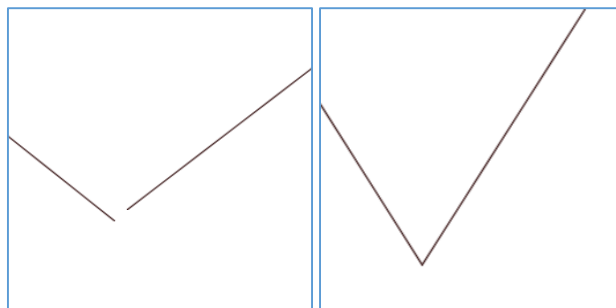


Figura 17 - Opção *Clustered Nodes*

#### 4.6.5. *Break Crossing Objects*

Esta opção, tal como o *Delete Duplicate Objects*, é de extrema importância. O *Break Crossing Objects* permite identificar e eliminar as entidades cruzadas pelo ponto de interseção. Esta operação é importantíssima, por exemplo, no estabelecimento de uma rede viária, pois será necessário criar cruzamentos entre as várias artérias que compõem a rede (Sousa, 2005). Este erro é muito frequente em cartografia. Por exemplo, na cartografia estudada (cartografia do ano de 2001 do troço Caminha-Espinho) a pequena área de estudo totalizava 1423 erros deste tipo, conforme se pode verificar na figura 18.

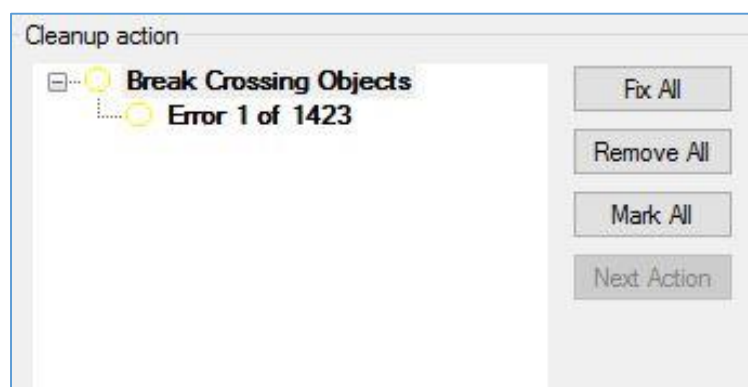


Figura 18 - Erros de cruzamento encontrados durante a verificação e correção dos erros para a construção da topologia

Na figura 19 ilustram-se exemplos de objetos cruzados e a sua respetiva correção.

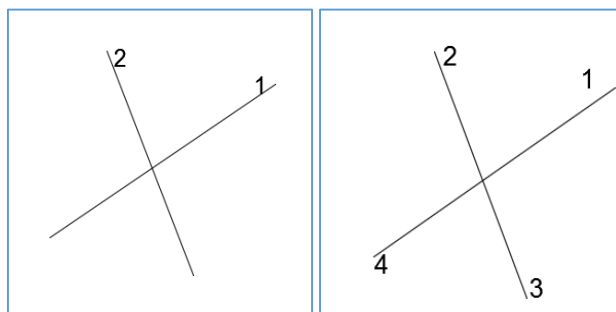


Figura 19 - Exemplo da ferramenta *break crossing object*, comando usado para partir objetos

Do lado esquerdo tem-se um objeto partido em duas partes, após a implementação do *break crossing Objects*, passou-se a ter quatro objetos com um ponto comum, a interseção.

#### 4.6.6. *Extend Undershoots*

O *Extend Undershoots* permite identificar e corrigir objetos que não se encontram ligados ao nó. Este tipo de erro é muito frequente principalmente durante a digitalização dos dados. Normalmente depois de aplicar esta opção, deve-se aplicar a opção do *Break Crossing Objects*, permitindo assim definir cruzamento, interseções. Muitas vezes, após aplicar o *Break Crossing Objects* as entidades ultrapassam o limite ficando pelo caminho, ou seja, não tocando na extremidade da outra entidade a que deveria estar ligada. Na figura 20 ilustram-se exemplos do tipo. Pode verifica-se a partir figura 20 que o objeto do lado esquerdo não se encontra ligado ao respetivo ponto e após a aplicação do *Extend Undershoots* (desenho da direita) este já se encontra corrigido.

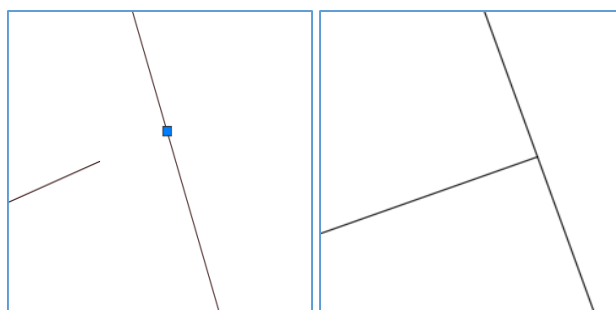


Figura 20 - Detecção e correção dos objetos que não definem a interseção correta.

#### **4.6.7. Erase Dangling Objects**

Esta operação identifica e elimina todas as entidades linhas, arcos e polígonos que contenham nó solto. Segundo Sousa (2005), este tipo de erro (nó solto) é provocado durante a digitalização das entidades, quando a entidade digitalizada ultrapassa a entidade de interseção, é recomendável efetuar sempre este processo após efetuar o processo de *Break Crossing Objects*. Isto porque se for aplicada a opção *Erase Dangling Objects* antes do *Crossing Objects*, as entidades não serão divididas, mas sim eliminadas, originando perda de dados. Na figura 21 é ilustrado um exemplo do tipo, onde se verifica na parte esquerda entidades com nós soltos e na parte direita o objeto após a correção do erro.

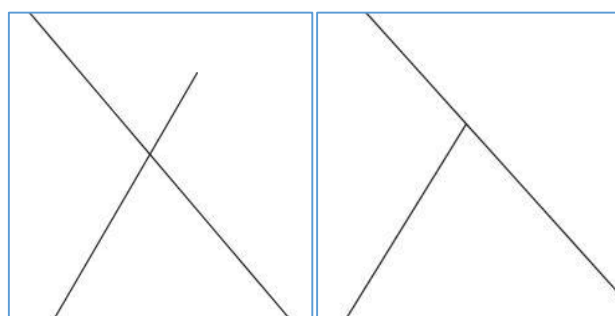


Figura 21 - Identificação e eliminação de objetos com nós soltos usando o Erase Dangling Objects

### **4.7. Etapas usadas durante a limpeza da zona em estudo**

#### **4.7.1. Seleção dos objetos a limpar**

Esta é a etapa onde foram escolhidos os objetos a limpar. A seleção dos objetos pode ser efetuada de duas formas: automática ou manual. No caso em estudo, a seleção foi feita de forma manual, conforme mostra a figura 22.

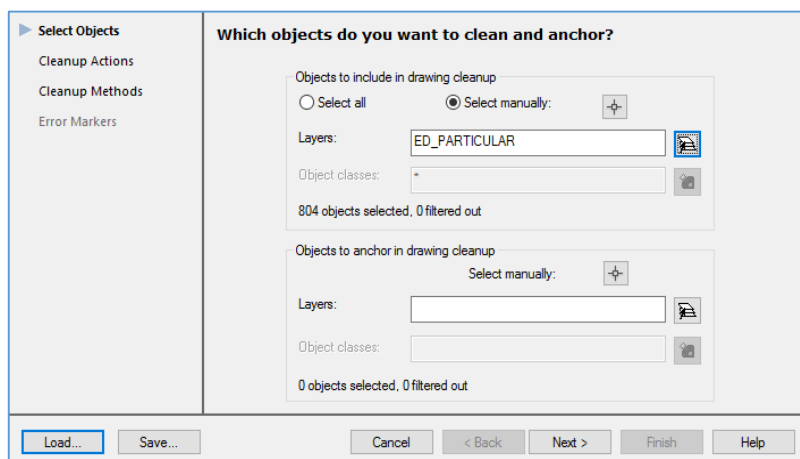


Figura 22 - Seleção do layer Edifício Particular para a limpeza

#### 4.7.2. Erros a corrigir (*Cleanup Actions*)

Esta é a etapa destinada à seleção das ferramentas que detetam e corrigem os erros encontrados na cartografia (parte direita da figura 22). É de referir que para cada opção é necessário definir uma certa tolerância. A tolerância é estimada de acordo com a escala do mapa ou do conhecimento dos dados a ser utilizados (Sousa, 2005), por exemplo na limpeza de uma rede viária se soubermos que a rede viária não contém ruas ou caminhos de dimensões inferiores a 100 metros, o valor 100 pode ser utilizado para a opção *Erase Short Objects* (Sousa, 2005).

Estes comandos foram implementados individualmente. Podia-se também efetuar esta opção selecionando todos os comandos de uma vez, caso tivéssemos uma base cartográfica simples, o que não é o caso. Optou-se então por selecionar um a um e efetuar a respetiva correção. Em primeiro lugar, conforme mostra a figura 22, foi selecionada a opção *Simplify Objects*. Esta opção permite eliminar objetos que não trazem influências ao desenho gráfico, objetos que estão no desenho apenas para aumentar o tamanho do desenho. A ordem em que foi feita a aplicação das ferramentas para a correção e a limpeza do layer Edifícios Particulares, pode ser consultada na tabela 5.



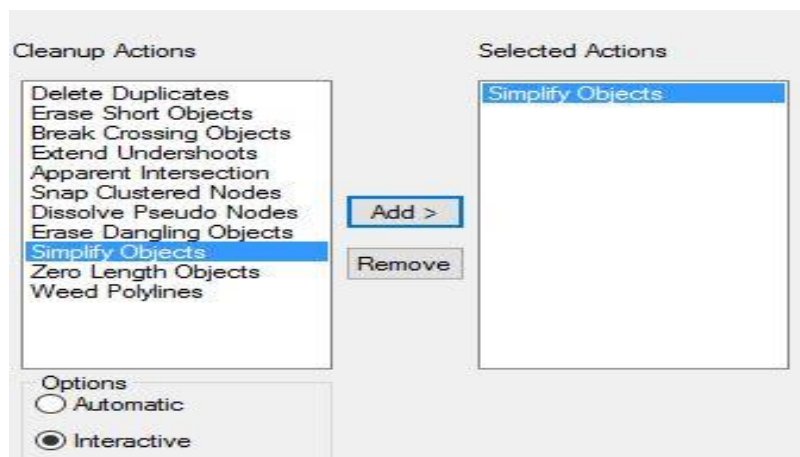


Figura 23 - Exemplo do primeiro comando a ser aplicado para a correção dos erros.

### 4.7.3. Forma de correção dos erros

Nesta etapa é escolhida a forma como são tratados os erros. Há duas opções – o automático ou o interativo. No modo automático os dados são tratados automaticamente pelo *AutoCadMap*. Por outro lado, os erros podem ser examinados individualmente, de forma a ser possível, para cada erro, selecionar o que fazer com ele: corrigir, eliminar ou marcar para uma verificação posterior; esta é a forma interativa. No caso em estudo, optou-se por utilizar a forma interativa (figura 23), de modo a verificar os erros, marcá-los e posteriormente efetuar a correção dos mesmos.

Após a seleção da ferramenta para a correção do erro (figura 23), passou-se para a etapa seguinte, onde se fez uma cópia do ficheiro original, por questões de segurança, e se passou a trabalhar sobre o ficheiro copiado. Esta cópia foi efetuada usando a opção *Retain original objects and create new objects* (figura 24).

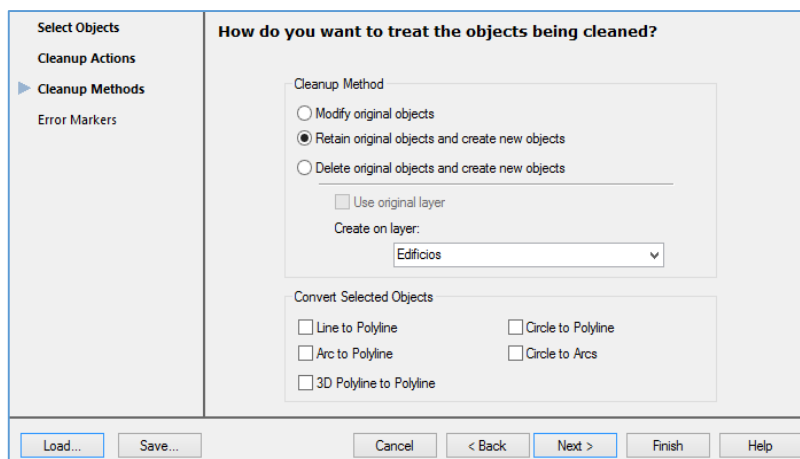


Figura 24 - Método utilizado na limpeza da cartografia

Nota-se que, na parte inferior da figura 24, aparecem várias opções de conversão de *objetos*, *Convert Selected Objects*. Estas opções são usadas em situações em que se pretendem utilizar os dados noutros sistemas SIG que não suportam certas entidades *AutoCad* (Sousa,2005). Por exemplo, caso um sistema para o qual se pretende transferir as informações que não suporte arcos, deve-se ativar a opção *Arc to Polyline*, convertendo assim todos os arcos em polilinhas.

#### 4.7.4. Configuração das marcas dos erros

É importante configurar os erros de forma a poder distingui-los, esta opção é usada quando se pretende tratar os dados de forma personalizada. Pode-se configurar a cor, a forma da marca e o tamanho. No caso do *layer* Edifícios Particulares, optou-se por deixar, por defeito, as cores, o tamanho e a forma dos erros (figura 25).

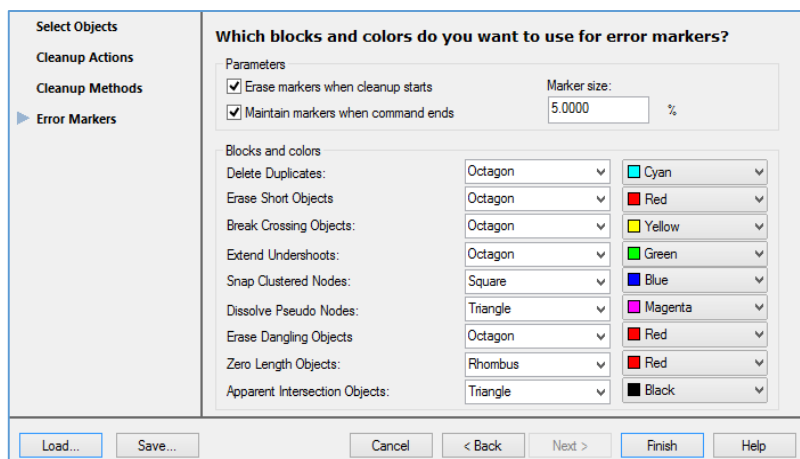


Figura 25 - Configuração dos erros

Finalmente, após a realização de todos os passos descritos anteriormente, em *Finish*, tem-se o acesso aos erros encontrados na cartografia. É possível verificar quantos erros existem, analisá-los no desenho usando o *Mark all* e navegar na opção *Next Action*. Caso pretendesse corrigir os erros em causa, deveria ser selecionada a opção *Fix All*, caso contrário, deveria ser selecionada a opção *Remove all*. No caso em estudo, como se pretendia corrigir os erros, usou-se a opção *Fix All*.

No ponto anterior, foi feita a descrição das várias etapas que permitiram simplificar os objetos do *layer* Edifícios Particulares. Na tabela 5 são apresentadas as outras opções usadas na limpeza do *layer* Edifícios Particulares e a respetiva ordem. O procedimento usado para a implementação das outras ferramentas foi o mesmo usado nas etapas do *Simplify Objects*.

Tabela 6 - Tabela com a sequência de aplicações dos comandos de limpeza (Fonte: Sousa 2005)

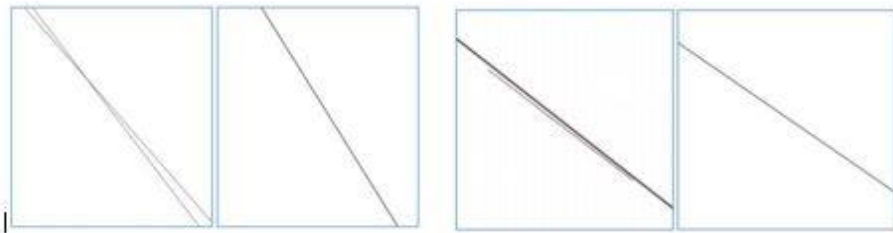
<b>Ordem que foi aplicado os comandos e o objetivo de cada comando.</b>	
<i>Simplify Objects</i>	Simplificar objetos
<i>Extend Undershoots</i>	Estender entidades até à mais próxima, respeitando sempre a tolerância
<i>Snap Clustered Nodes</i>	Eliminar os nós que não fazem parte da triangulação
<i>Break Crossing Objects</i>	Criar cruzamentos entre entidades que se interseam
<i>Erase Dangling Objects</i>	Eliminar objetos com nós soltos
<i>Erase Short Objets</i>	Eliminar objetos curtos
<i>Dissolve Pseudo Nodes</i>	Garantir que, após eliminar objetos soltos, serão dissolvidos os pseudonós criados
<i>Delite Duplicate</i>	Eliminar objetos duplicados

#### 4.8. Exemplos dos erros e as respetivas correções

Nesta seção são apresentados alguns exemplos de erros encontrados e a sua correção durante a realização do trabalho (figura 26). Verifica-se também que a base cartográfica possuía muitos erros do tipo duplicado, objetos cruzados e entre outros, conforme pode-se verificar na figura 27.

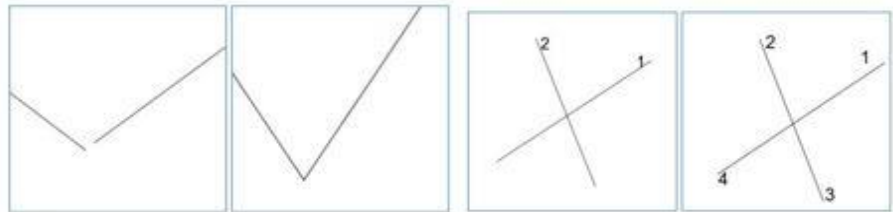
▪ *Delete Duplicate objects*

▪ *Erase Short Objects*



▪ *Snap Clustered*

▪ *Snap Clustered*



▪ *Extend Undershoots*

▪ *Erase Dangling Objects*

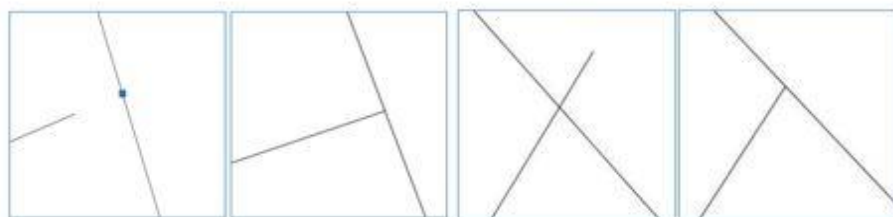


Figura 26 - Exemplos de erros encontrados durante a limpeza da zona de estudo e a respetiva correção

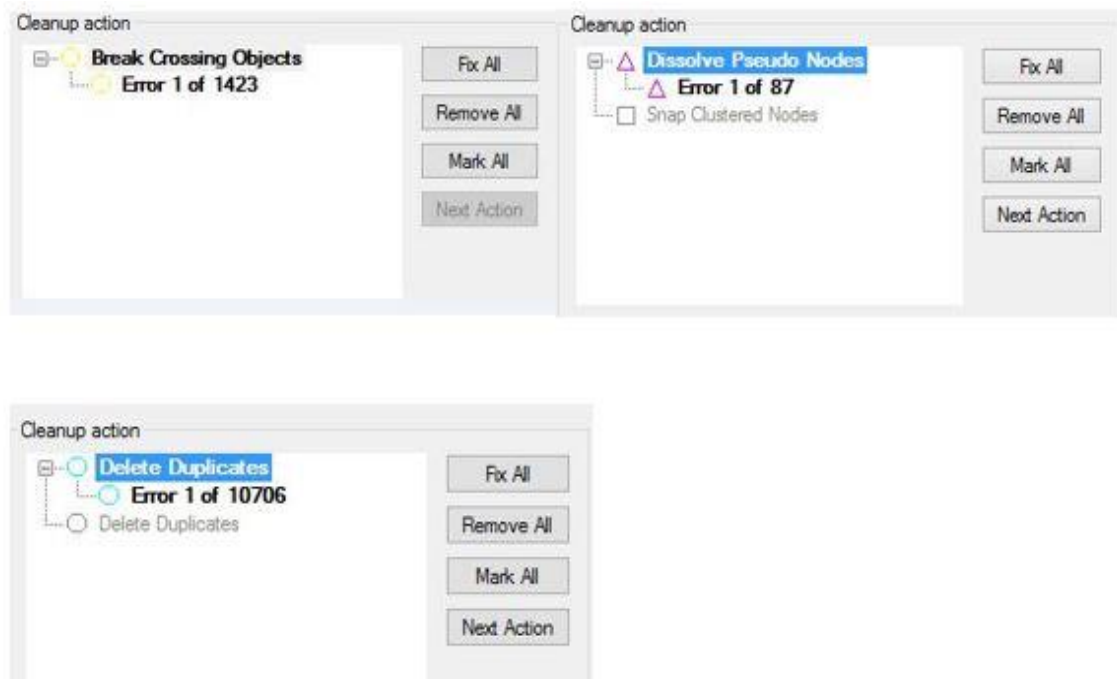


Figura 27 - Quantidade de erros encontrados na zona em estudo

## 4.9. Metodologia usada na criação da topologia

Após a identificação e a correção dos erros, passou-se para a construção da topologia da zona em estudo.

A metodologia adotada para a criação da topologia do trecho costeiro Caminha-Espinho foi desenvolvida em ambiente *Autodesk*, concretamente no *AutocadMap*.

O primeiro passo para a criação da topologia foi a limpeza dos dados, conforme já foi referido anteriormente, pois estes continham diversos tipos de erros, que, para além de originar resultados errados, podem impossibilitar a criação da topologia. É de realçar que o processo da criação da topologia é iterativo (caso no processo não se crie a topologia, deve analisar-se o porquê, verificar e corrigir os erros e repetir o processo).

Conforme foi referido anteriormente, não será criada a topologia de linhas devido à não existência de dados para tal. Por este motivo, será apresentado apenas a metodologia para a construção da topologia de polígono.

### 4.9.1. Metodologia usada na criação de Topologia de polígono

Topologia de polígonos é basicamente uma extensão de topologia de redes: a diferença é que se foca nas relações entre as diversas áreas. Portanto, cada área forma um polígono, sendo cada polígono constituído por um conjunto de entidades lineares.

É fundamental a existência de um centróide na topologia de polígono, pois todas as informações topológicas serão associadas ao centróide.

Conforme já foi referido anteriormente, para a construção da topologia de polígonos, usou-se o *layer* edifícios particulares. A seguir são apresentados todos os passos efetuados na construção deste tipo de topologia.

#### 1. Topology type

Esta etapa é destinada à escolha do tipo de topologia a implementar, e às atribuições do nome e da descrição da topologia.

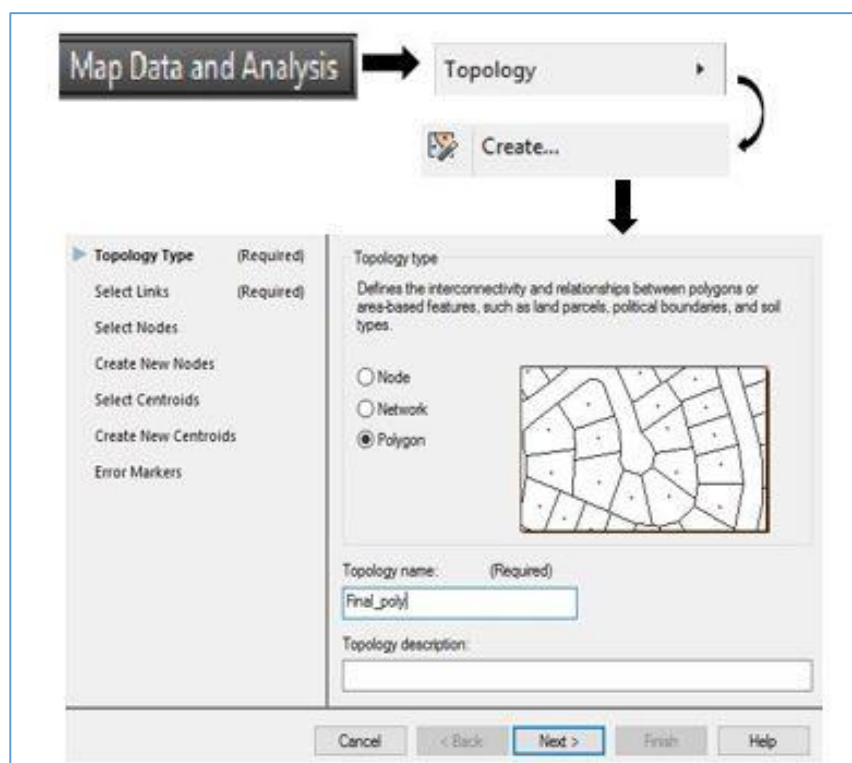


Figura 28 - Janela onde é escolhido o tipo de topologia

## 2. Select Links

Esta etapa é destinada à seleção dos objetos lineares que constituirão a topologia.

Figura 29 - Janela onde é escolhido o tipo de layer.

### 3. Select Nodes

Etapa destinada à seleção de nós que se encontram no desenho e que se pretendem incluir na criação da topologia. Esta seleção pode ser feita de forma manual ou automática. No caso em estudo a seleção foi efetuada de forma manual.

Figura 30 - Janela para a seleção dos nós, caso existam, no projeto

### 4. Create New Nodes

Etapa destinada à criação de novos nós. Esta fase é útil, pois muitas vezes é importante criar nós nas interseções dos diversos polígonos, caso estes não existam.



Figura 31 - Janela para a criação de nós

## 5. Select Centroids

Etapa destinada à seleção dos centróides existentes na cartografia.

Conforme foi dito anteriormente, o centróide desempenha um papel importante na criação de topologia de polígonos, pois é com eles que ficarão associadas as bases de dados internas.

Figura 32 - Janela para a seleção dos centróides existentes no projeto

## 6. Create New Centróide

Etapa destinada à criação de novos centróides. No caso em estudo selecionou-se a opção para a criação de novos centroides.

Figura 33 - Janela usada para criar centróides

Nesta etapa deverão ser realizadas as configurações relativas à construção de novos centróides, pois caso um polígono não dispuser do objeto definido, na etapa anterior, como centróide, então este será criado conforme as especificações do utilizador.

## 7. Error Markers

Etapa destina a identificação e marcação dos erros.

Figura 34 - Janela Usada para marcar as cores do tipo do erro

Após esta etapa e, caso a cartografia não dispuser de erros, receber-se-á uma mensagem onde há indicação de que a topologia foi criada com sucesso e que foram criados diversos nós, linhas e polígonos (figura 35).

```
Writing topology information to the drawing...
Topology successfully created with 618 polygons, 1522 links, and 1093 nodes.
```

Figura 35 - Mensagem, onde há indicação da criação da topologia com sucesso.

Na figura 35, verifica-se a mensagem da criação da topologia com sucesso, onde há indicação que foram criados 618 polígonos, 1522 linhas e 1093 nós.

Após receber a mensagem da criação da topologia com sucesso, esta pode ser vista na janela *Map Explorer*. Para analisar as informações topológicas associadas a cada tipo de entidades que compõe a topologia de polígonos, como centroide, entidades lineares e nós, procede-se à opção *Map Data And Analysis >> Object Data >> Edit Object Data* (figura 36).

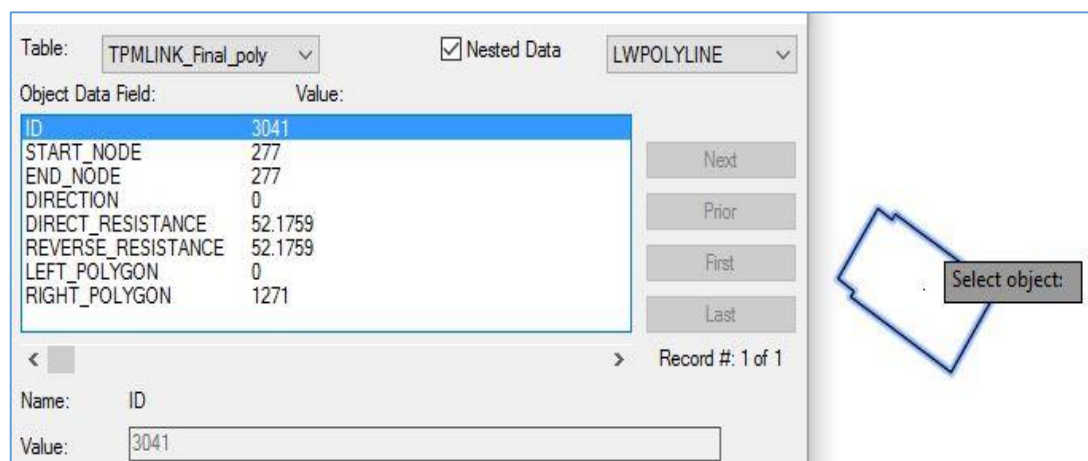


Figura 36 - Exemplo das informações topológicas associadas à entidade linear

No caso em que a topologia não é criada, receber-se-á uma mensagem, onde há indicação que a topologia não foi criada com sucesso por causa de erros nela existente. Na figura 37 pode verificar-se a mensagem do erro na criação da topologia. Após receber esta mensagem, deve-se analisar o erro encontrado, corrigi-lo e voltar a construir a topologia até obter a mensagem de sucesso.

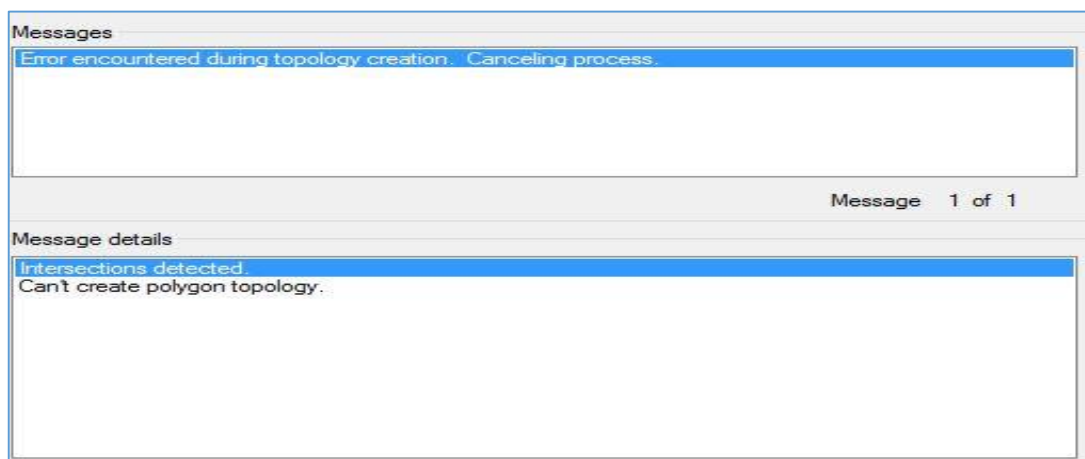


Figura 37- Mensagem de erro na construção da topologia de polígono

Na figura 38, é ilustrado um exemplo onde aparecem duas figuras. Do lado esquerdo tem-se que a topologia foi criada com sucesso e do lado direito tem-se uma topologia que não foi criada e o respetivo erro (o erro está sinalizado com um círculo de cor verde, lado direito da figura 38). A figura 38 apresenta apenas uma pequena amostra do edifício particular usado para a criação da topologia, pois a totalidade da imagem não era perceptível.

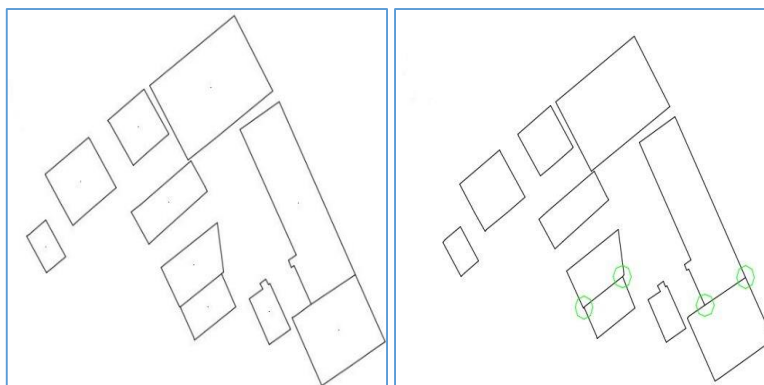


Figura 38 - Exemplo de topologia criada com sucesso (esquerda) e a mesma zona com erros antes da criação da topologia (direita).

Neste exemplo, a topologia não foi criada porque as linhas não se encontravam conectadas umas às outras. Após a conexão destas linhas obteve-se a topologia com sucesso. Pode-se verificar pela figura 38 (lado esquerdo) que estamos perante os polígonos fechados e sem linhas duplicadas.

Após ter realizado a limpeza da cartografia e de ter construído a topologia, percebeu-se que é extremamente importante apresentar uma cartografia adequada para a realização dos trabalhos. Conforme foi visto na cartografia que abrange a faixa litoral em estudo, deparou-se com inúmeras dificuldades, pois a cartografia possuía erros que dificultam os trabalhos. Para evitar estes problemas e poupar tempo e trabalho, é necessário ter muita atenção na construção da cartografia, é necessário

rever de modo a corrigir todos os erros nela existentes e, se possível, outro técnico analisá-la também.

Muitas vezes é difícil estar em contacto com as pessoas que produzem a cartografia, dado que frequentemente a cartografia passa por várias mãos antes de chegar ao destinatário. Quando a cartografia não está de acordo com o previsto, deve ser enviada de volta para ser corrigida. Para evitar estes constrangimentos, trabalhos e perda de tempo, é extremamente importante que a cartografia seja feita de forma clara e sem erros possíveis.

Para evitar estes problemas deve-se impor regras rigorosas, leis que obrigam os produtores de cartografia a cumprir de forma a não causar estes problemas. Muitas vezes as regras não são cumpridas na sua totalidade, pois há muita flexibilidade. São esses pequenos erros que se vão acumulando e dando origem a erros com extensões enormíssimas. É muito difícil, e sem dúvida alguma que a produção da cartografia sem erros é uma tarefa de difícil acesso, pois há erros incontroláveis. Perante isto a cartografia deve ser revista por mais do que um técnico de modo a minimizar os erros.

A cartografia é uma tarefa que devia ser feita por técnicos qualificados, capazes de identificar os erros e corrigi-los antes de disponibilizar a mesma a entidades. Em cartografia o mais importante é saber identificar os erros e corrigi-los, tarefa que muitas vezes não é feita.

É de extrema importância que existam normas na construção da cartografia, sendo que só o cumprimento delas possibilitará a construção de uma cartográfica com mais controlo e menos erros.

## Capítulo V | Metodologia para traçados de perfis de forma automatizada

### 5.1. Enquadramento

Este capítulo, conforme foi dito anteriormente, é destinado ao desenvolvimento de uma metodologia para criação de perfis, de forma automática, sobre a região norte de Portugal, nomeadamente sobre o troço costeiro Caminha-Espinho. Pretende-se com os perfis analisar a evolução do troço em estudo, nomeadamente observar onde houve maior erosão e galgamento costeiro. Os perfis serão traçados sobre as linhas de costa delimitadas pelo Prof. Renato Henriques da Universidade do Minho. Estas linhas foram extraídas a partir de fotografias aéreas de diferentes datas.

Estes perfis foram criados para serem usados pelos colaboradores da dinâmica costeira que fazem parte da equipa, na elaboração do POC Caminha-Espinho da segunda geração. Portanto, é de realçar que, neste relatório, será apresentado o processo de criação dos perfis, a sua análise não será aqui abordada, pois esta análise é da competência da equipa da dinâmica costeira.

### 5.2. Metodologia

A metodologia adotada para a criação dos perfis de forma automática, do troço costeiro Caminha-Espinho, foi desenvolvida em ambiente *SIG*, nomeadamente no *ArcGIS* e *QGIS*, com o auxílio do *AutocadMap* 3D.

Em primeiro lugar, no *ArcGIS* selecionou-se a linha de Costa do ano de 2012, delimitada pelo Professor Renato Enriques, com esta pretendia-se traçar perfis, de forma a analisar a evolução da costa. Percebeu-se que a linha de costa em questão possuía muitas falhas, ou seja, rompimentos em diversas regiões, muita curvatura e distorções. Por isso, optou-se por limpar este ficheiro e organizá-lo de forma a ser usado na criação dos perfis, para tal usou-se o *AutocadMap*. Exportou-se a linha de costa em questão para o *AutoCadMap*, onde se fez a limpeza da mesma, usando as ferramentas existentes no *AutocadMap* (ver capítulo IV).

Após a limpeza da linha de costa (eliminação de linhas duplicadas e de linhas cruzadas, entre outros), corrigiram-se as falhas e criaram-se as linhas que não existiam, usando os seguintes comandos: *polilinha* para criar linhas nas zonas onde não existiam e o comando *merge* para juntar linhas.

Depois de efetuar a limpeza, exportou-se a linha de costa para o formato *shapefile*, de modo a ser usado em ambiente SIG, nomeadamente para o *ArcMap* onde se fez o passo seguinte do trabalho.

Antes de traçar as linhas perpendiculares à linha de costa, fez-se o *download* da ferramenta *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*. O DSAS é uma extensão do *ArcGis* desenvolvida pelo USGS (U. S. Geological Survey) orientada para a análise espacial da dinâmica de linhas de costa. O DSAS calcula automaticamente linhas perpendiculares à linha de Costas. Esta ferramenta foi desenvolvida para ser compatível com o programa *ArcView 3.2*, mas atualmente é compatível com o *ArcMap 10.(x)*.

Após a instalação da ferramenta DSAS, começou-se o traçado das linhas perpendiculares à linha de costa, para tal, em primeiro lugar, criou-se uma *geodatabase*, onde toda a documentação das linhas perpendiculares criadas pela ferramenta DSAS irá permanecer. De seguida começou-se o processo de criação das linhas perpendiculares à linha de costa. O traçado das linhas perpendiculares à linha de costa foi efetuado com um espaçamento de 500 metros em 500 metros de extensão (figura 39).

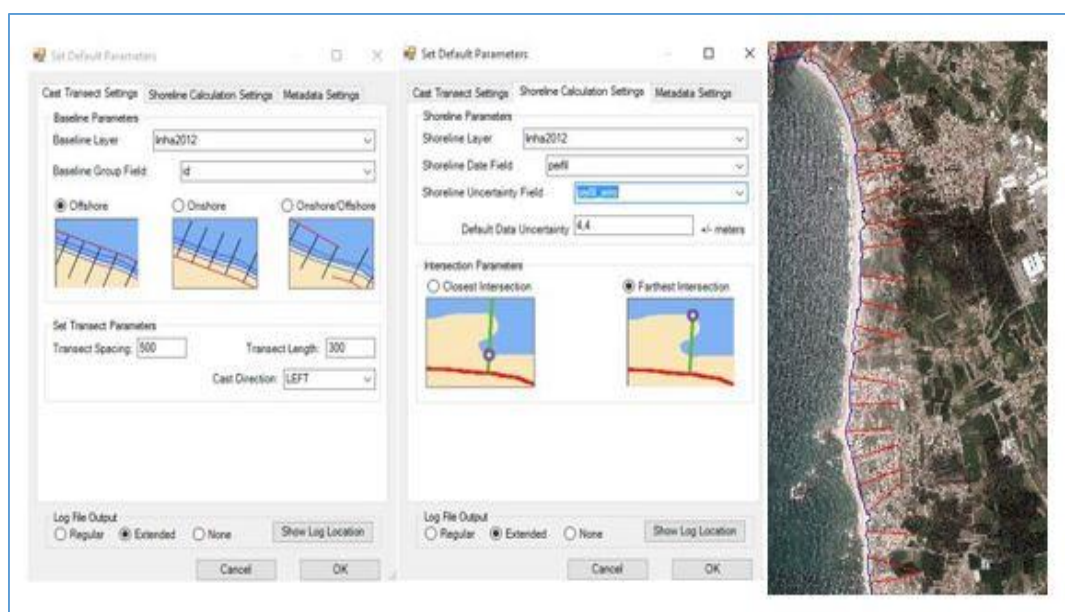


Figura 39 - Parâmetro utilizado nos DSAS. Na parte esquerda tem-se os parâmetros utilizados para definir as características do traçado das linhas, no meio os parâmetros utilizados para o cálculo da linha de costa e na parte direita as linhas perpendiculares à linha de costa criadas pelo DSAS.

Na parte direita da figura 39, podem-se verificar as linhas perpendiculares à linha de costa criada pela ferramenta DSAS (linhas vermelhas).



Depois de ter realizado esta tarefa, notou-se que a criação das linhas perpendiculares à linha de costa de forma automática, usando a ferramenta *DSAS*, é muito útil para zonas onde não há muita curvatura, pois nestas zonas as linhas são traçadas de forma menos precisa. Sempre que se traçam linhas de costa, usando esta ferramenta, é necessário ter em conta as suas características (figura 40).

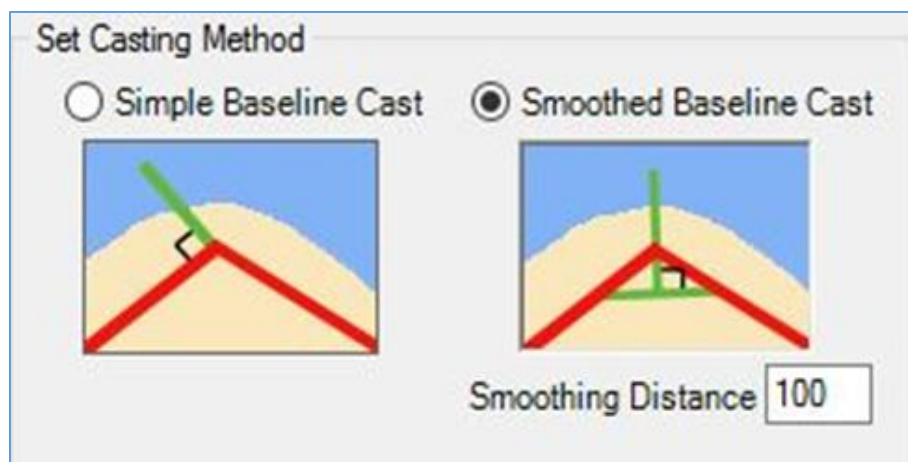


Figura 40 - Características da Ferramenta DSAS

Na figura 40, verificam-se as duas opções usadas na criação das linhas perpendiculares à linha de costa, o *Simple Baseline Caste* (cria uma linha perpendicular à linha de costa) e o *Smoothed Baseline Caste* (cria uma linha perpendicular à linha imaginária que intersesta a linha de costa a uma determinada distância), este facto é demonstrado na figura 41. Após testar as duas opções, chegou-se à conclusão que a opção *Smoothed Baseline Caste* possui melhores condições, principalmente em zonas com muita curvatura (figura 41). Pois esta opção procura sempre posicionar as linhas perpendicularmente não a um ponto, mas sim a um comprimento, neste caso foi adotado o comprimento de 100 metros. Em zonas onde a linha de costa é quase reta, pode-se usar qualquer das opções, e em casos extremos a sobreposição é total (figura 42).



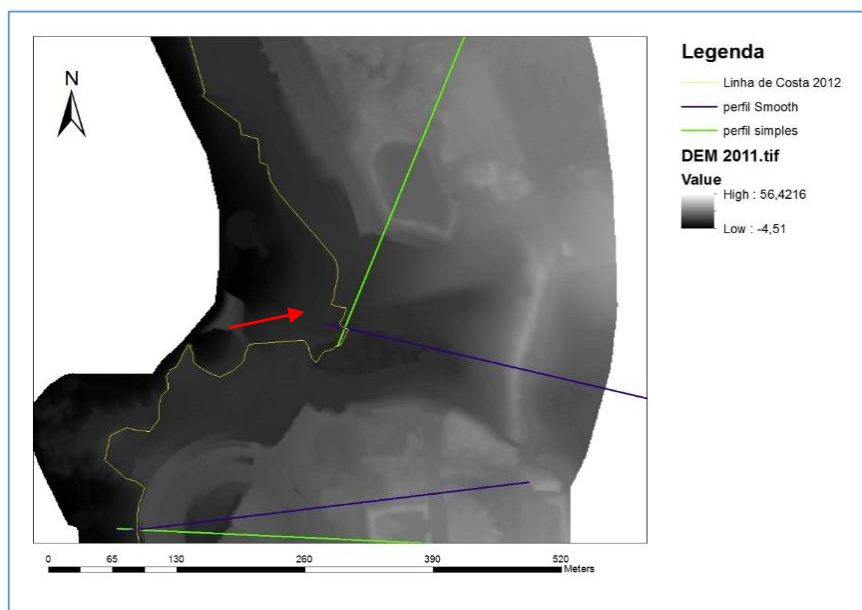


Figura 41 - Linhas perpendiculares à linha de costa (verde foi traçado usando a opção Simple Baseline Caste e o Azul foi traçado usando a opção Smoothed Baseline Caste)

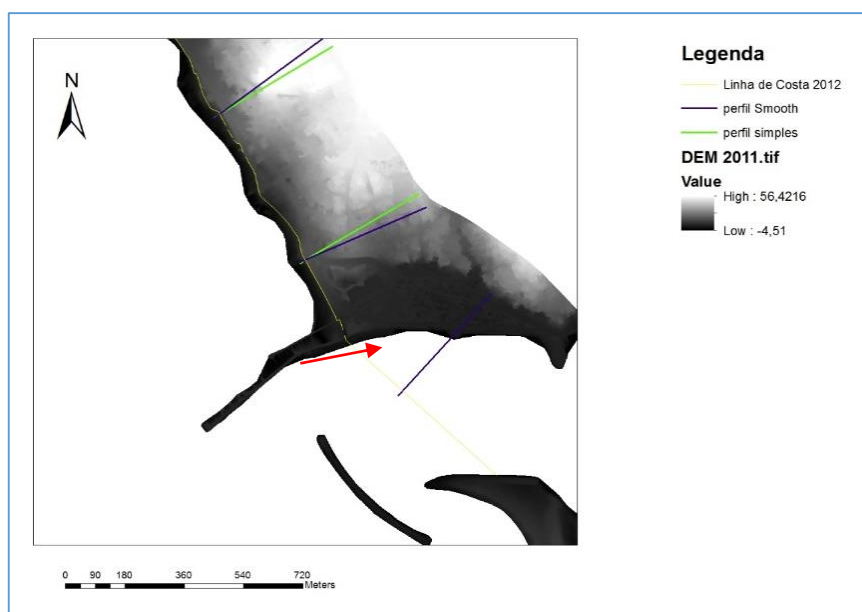


Figura 42 - Sobreposição das linhas usando as duas opções (Simple Baseline Caste e Smoothed Baseline Caste)

Após a criação das linhas perpendiculares à linha de costa, pretendia-se transformar estas linhas em pontos, pois o objetivo desta transformação é obter pontos que servirão como referência para uma interpolação com o modelo digital do terreno dos anos de 2008 e 2011 e obter cotas (para tal, usou-se o *software* QGIS).

No QGIS, para transformar as linhas em pontos, foi preciso instalar o *plugin* *QChainage* do QGIS (figura 43). Antes da transformação das linhas para pontos foi necessário indicar o espaçamento entre os pontos, que neste caso foi de um metro (figura 43).

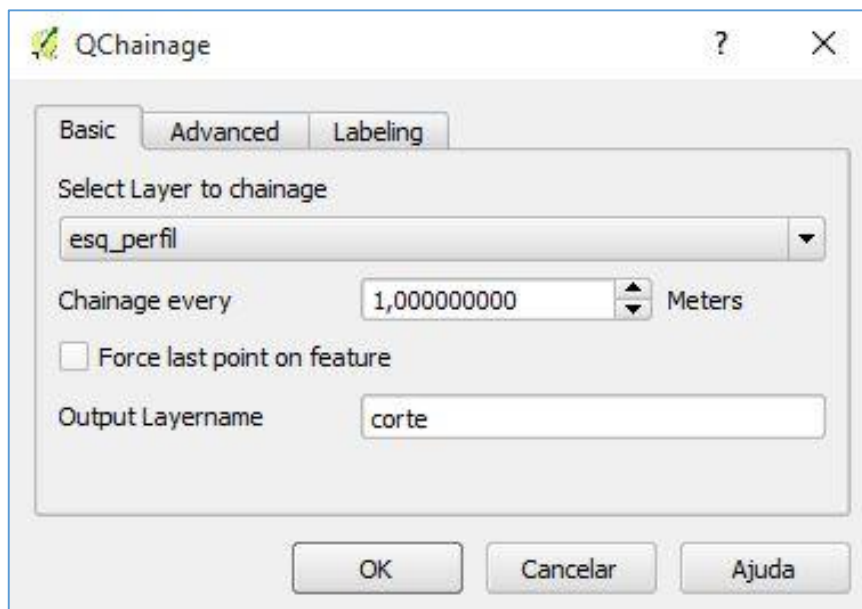


Figura 43 - Janela onde são colocados os parâmetros para conversão das linhas em pontos

Este critério foi usado na escolha do espaçamento pensando no *raster*, pois como o *pixel* do *raster* é de um em um metro, e no final pretendia-se efetuar uma interpolação entre os pontos e os pixels do *raster*, com o objetivo de obter cotas. Na figura 44, verifica-se o resultado da transformação das linhas em pontos.

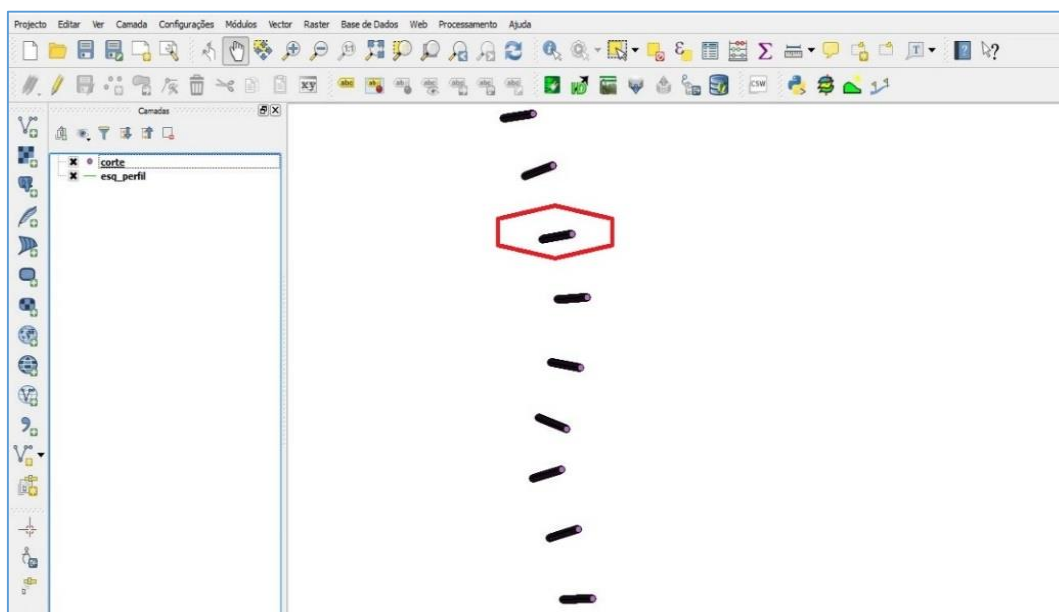


Figura 44 - Projeto SIG onde foram transformadas as linhas criadas pela ferramenta DSAS em pontos usando o plugin *QChainage* do QGIS

Na figura 44 podem-se verificar as linhas transformadas em pontos, na figura 45 verifica-se uma ampliação destes pontos, de forma a perceber melhor o que foi feito assim como a linha que foi transformada em pontos.

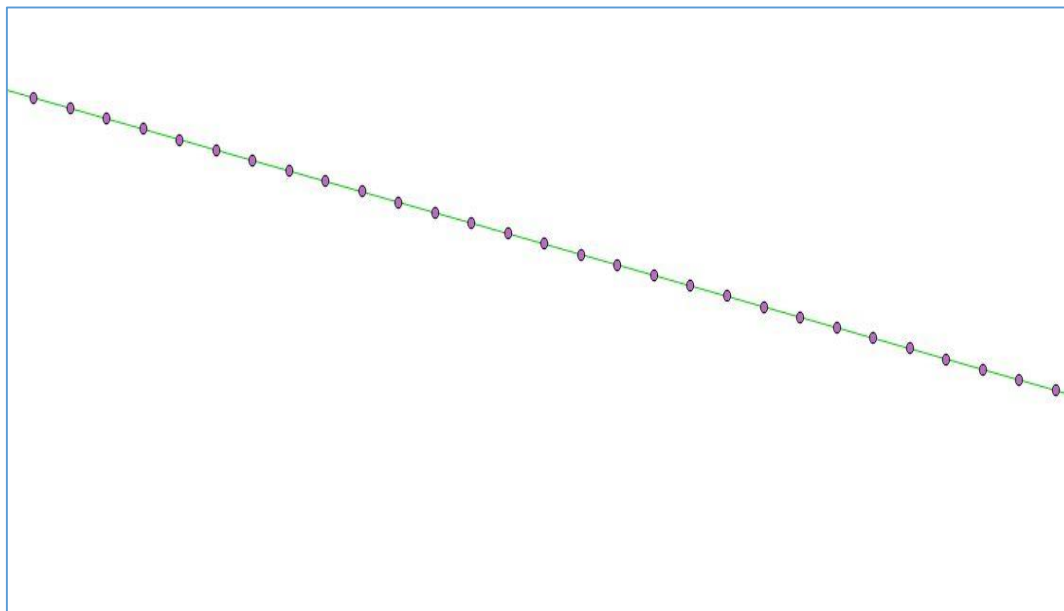


Figura 45 - Ampliação dos pontos criados no QGIS

Depois de ter transformado as linhas em pontos, calculou-se a geometria dos pontos, ou seja, calcularam-se as coordenadas retangulares de cada ponto criado, utilizando a ferramenta de geometria (figura 46) do QGIS.

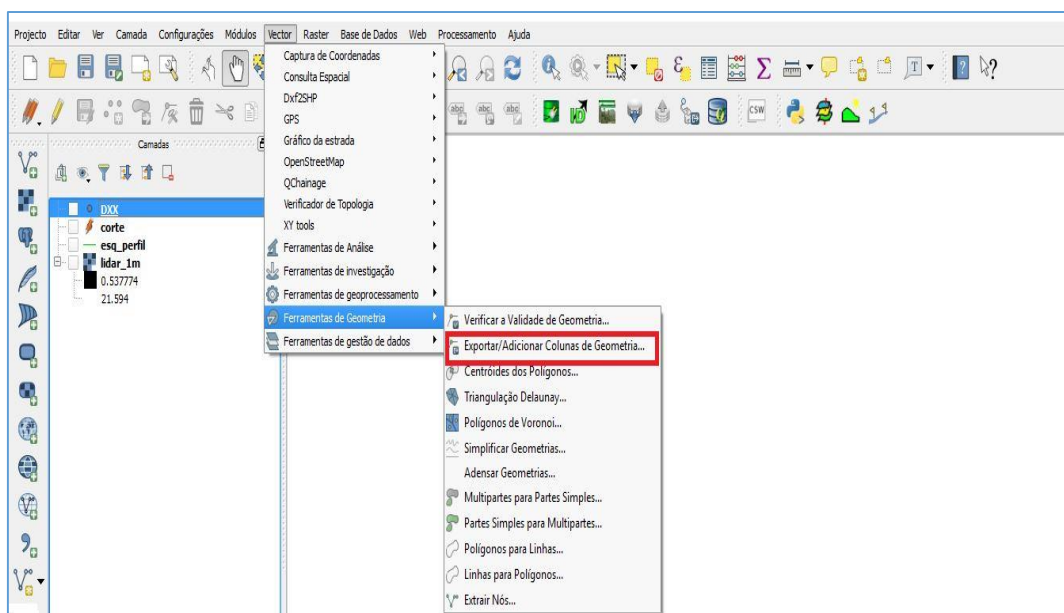


Figura 46 - Ferramenta de geometria usada para calcular o X e o Y dos pontos criados a partir da linha criadas pela ferramenta DSAS

Após calculada a geometria dos pontos, instalou-se o *plugin Point Sampling tool* para atribuir as cotas aos pontos criados. Para tal, no QGIS carregou-se o modelo *raster* do ano de 2011 e de seguida aplicou-se a ferramenta *Plugin Point Sampling tool*. A figura 47 mostra como foi efetuado este procedimento

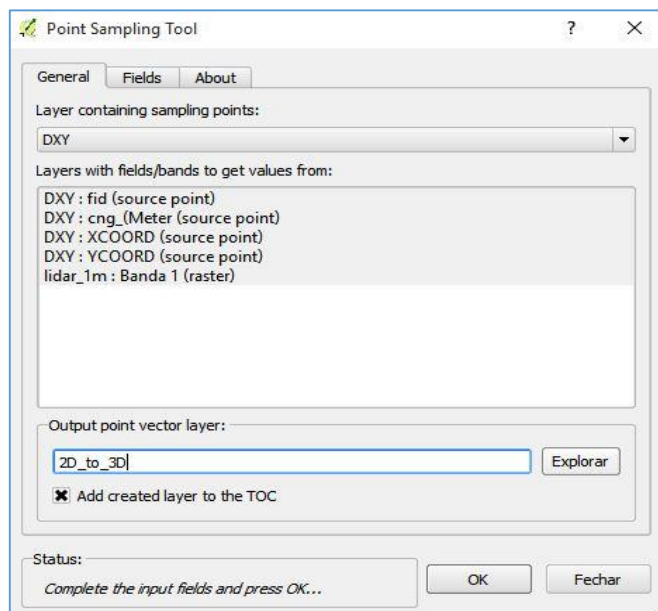


Figura 47 - Janela onde são escolhidos os parâmetros para atribuir cotas aos pontos.

Para atribuir cotas aos pontos selecionou-se o *raster*, as coordenadas retangulares dos pontos e os parâmetros criado pelo *plugin QChaninage* (figura 47).

Depois de realizar esta tarefa, na tabela de atributo, foi criado um campo com os valores das cotas. De seguida, usou-se a ferramenta *XYtools* do QGIS para exportar as cotas para o Excel.

Após efetuar todos os passos indicados anteriormente, carregou-se o *raster* do ano de 2008 e usaram-se as mesmas coordenadas retangulares utilizadas na extração de cotas do *raster* do ano de 2011. Este processo teve como objetivo comparar os valores das cotas entre estes *raster*'s e posteriormente criar um gráfico com as diferenças de cotas. Estes exemplos dos gráficos podem ser visualizados de seguida.

### 5.3. Exemplos de perfis

Para o traçado dos perfis, escolheu-se o concelho do Porto. Nesta região foram efetuados 9 perfis, dos quais quatro estão ilustrados no gráfico 1.

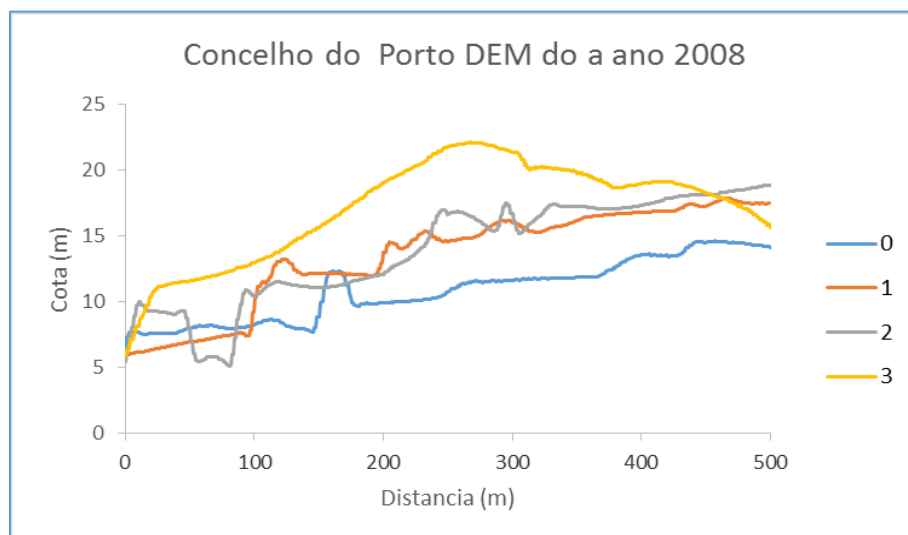


Gráfico 1 - Perfis 0, 1, 2 e 3 do Concelho do Porto

A partir do gráfico 1, verificam-se quatro perfis da zona do Porto, nota-se que o valor das cotas não varia muito, o que é normal. Dos quatros perfis apresentados, verifica-se que o perfil três (3) possui valores mais elevados dos que os restantes perfis. Nota-se também, a partir deste gráfico, que as cotas de todos os perfis variam entre o valor quatro (4) e vinte e quatro (24). Observa-se ainda que o perfil dois apresenta o valor mais baixo.

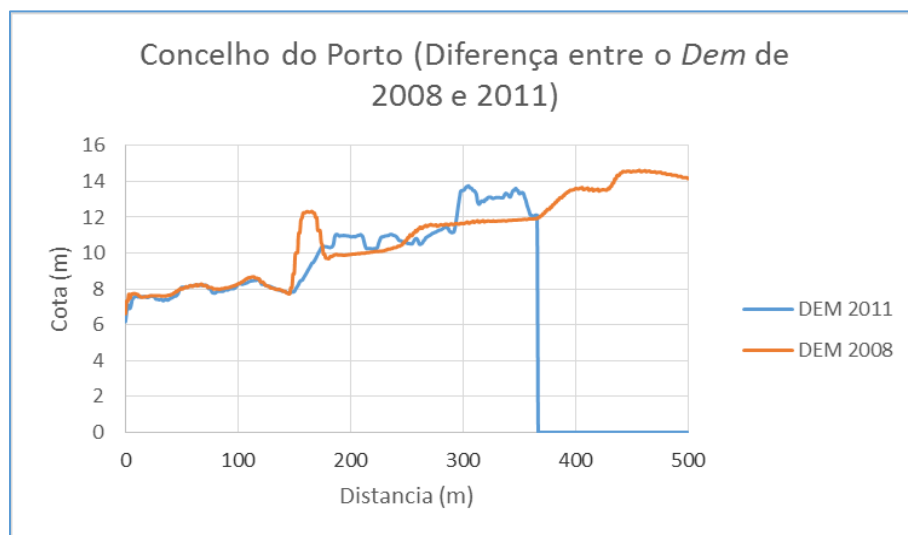


Gráfico 2 - Diferença de Perfil 0 dos anos de 2008 e 2012

No gráfico 2, é possível verificar a diferença entre o perfil zero para o *raster* do ano de 2008 e para o *raster* do ano de 2012. Nota-se que não houve muita variação de cota entre estes dois *raster's*, isto só mostra que não houve muita variação do terreno durante estes três anos. Em alguns pontos, verifica-se que a diferença é superior a um metro, isto significa que nestas zonas houve maior variação do terreno, mas no geral a

diferença encontra-se na ordem centímetros. Nos casos onde a diferença é superior a um metro, significa que nestas zonas houve maior erosão ou galgamento costeiro.

Também a partir do gráfico, se verifica um decréscimo exponencial da cota calculada com o *raster* do ano de 2011, este decaimento tem a ver com as zonas onde não havia o *raster*. O que significa que durante a interpolação dos pontos com o *raster*, as zonas com pontos não abrangidas pelo *raster* foram consideradas zero.



## Capítulo VI | Considerações Finais

Com a realização dos trabalhos práticos decorridos durante a realização do estágio na empresa COTEFIS, SA desenvolveu-se a capacidade para analisar, tratar e organizar os dados geográficos. O objetivo proposto durante a realização do estágio era tratar de toda a cartografia recebida das entidades envolvidas no POC da segunda geração.

Durante este período surgiram algumas dificuldades principalmente em análise dos dados, onde não havia informações suficientes sobre os mesmos (como por exemplo, cartografia sem sistema de coordenadas e sem ficheiros adicionais que possibilitassem analisar a mesma). Estas limitações, conforme referido anteriormente, tornam bastante complexa a análise dos dados.

Durante a realização dos trabalhos, ocorreram situações onde não havia características detalhadas sobre determinados ficheiros cartográficos, o que dificultou a realização das tarefas propostas, como por exemplo, analisar em que sistema de coordenadas se encontrava um determinado ficheiro cartográfico.

Notou-se que a maioria da cartografia e dos *shapefile* recebidos se encontravam no *datum* 73, uma situação que já deveria estar regularizada, pois em 1989 foi implementado o sistema *ERTS89*. Quando foi adotado este sistema, o objetivo proposto foi que este fosse adotado por toda a Europa. Em 2006 este sistema foi implementado em Portugal, portanto passados 9 anos esta situação já deveria estar ultrapassada por todas as câmaras e instituições que trabalham com cartografia.

É de referir que deveria existir uma regra, onde seria obrigatório produzir cartografia cumprindo certos requisitos, como por exemplo, sistema de coordenadas único para todo o país, produzir cartografia com a topologia correta, e com uma base de dados bem organizada. Só desta forma seria possível, os utilizadores trabalharem com a cartografia sem a necessidade de ser da área em questão.

Após a realização das tarefas propostas, notou-se a importância dos *SIG* nos Planos de Ordenamento, verificou-se que a maioria dos trabalhos são realizados no Ambiente *SIG* e que os *softwares* permitem realizar os trabalhos de forma bem organizada e muito próxima da realidade. Para além dos *softwares SIG*, trabalhou-se também com o *software CAD*, o que foi útil para melhorar os conhecimentos relativos a *software CAD*.

Durante a realização do estágio trabalhou-se com uma equipa multidisciplinar, onde foram adquiridos vários tipos de conhecimento, desde como trabalhar em equipa, como interagir numa empresa, como trabalhar de forma individual e organizar o tempo de



trabalho. Pode-se dizer que com este estágio adquiriram-se conhecimentos que podem ser úteis para o futuro e para o mercado de trabalho.

## Referências bibliográficas

- Apambiente.pt, (2015). *APA - POOC CAMINHA-ESPINHO*. [Online] Available at: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=x142> [Accessed 24 May 2015].
- Caderno de Encargos. 2014. Concurso público para aquisição de elaboração do Modelo de Ordenamento para a Orla Costeira Caminha-Espinho
- Decreto-lei N.º 159/2012, de 24 de julho: Diploma que regula a elaboração e a implementação dos POOC.
- Diário da Republica, 1.ª série – N.º 190-2 de Outubro de 2007.
- Diário da República, 1.ª série -B— N.º 81 — 7-4-1999
- Diário da República, 2.ª série — N.º 73 — 13 de Abril de 2011
- Dgterritorio.pt, (2015). *DG Território - Inicio*. [Online] Available at: <http://www.dgterritorio.pt/> [Accessed 24 Sep. 2015].
- Docs.autodesk.com, (2015). *Ayuda*. [Online] Available at: <http://docs.autodesk.com/MAP/2013/ESP/index.html?url=filesMAPUSE/GUID-426CF9B5-2C41-415A-B1A5-D18D38DD63ED.htm,topicNumber=MAPUSEd30e114943> [Accessed 11 Aug. 2015].
- Docs.autodesk.com, (2015). *AYUDA*. [Online] Available at: <http://docs.autodesk.com/MAP/2014/ESP/index.html?url=filesMAPUSE/GUID-2A81EACE-2D1E-46C4-B324-D1D01C277F53.htm,topicNumber=MAPUSEd30e115513> [Accessed 10 Aug. 2015].
- Faria, H. (2012). *Metodologia espacia - temporal de avaliação, controlo de riscos e intervenção na linha de costa do litoral Norte*. Mestre. Escola Superior Agraria, do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Góes, K. (2009). *AutoCAD Map 3D: Aplicando o sistema de informação geográficas*. Rio de Janeiro: Brasport.
- Gruen, A. and Wang, X. (1998). CC-Modeler: a topology generator for 3-D city models. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 53(5), pp.286-295.
- Matos, J. (2008). *Fundamentos de informação Geográfica*. 5th ed. Lisboa: LIDEL.
- Matos, J. and Casaca, J. (2005). *Cartografia e Geodesia*. 3rd ed. Lisboa: LIDEL.
- Medeiros, A. (2013). *100 Tutoriais em Português sobre o Software ArcGIS*. [online] Anderson Medeiros. Available at: <http://andersonmedeiros.com/tutoriais-arcgis-em-portugues/> [Accessed 24 Sep. 2015].

- Mendes, N. and Pinho, J. (2015). *Erosão Costeira - Metodologias para a sua Quantificação*. Doutoramento. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Informacion Geográfica*.
- Pais-Barbosa, J., Veloso-Gomes, F. and Taveira-Pinto, F. (2011). Coastal features analysis using GIS tools - stretch Esmoriz-Furadouro. *J Coast Conserv*, 16(3), pp.269-279.
- Pinto, I. (2009). *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG)*.
- Porteiro, J., Calado, E. and Cadete, J. (2004). *SISTEMA DE Informação Geográfica DA ORLA COSTEIRA DA ILHA GRACIOSA*. [Online] repositorio.uac.pt. Available at: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/742/1/Sistema%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o%20geogr%C3%A1fica%20da%20orla%20costeira%20da%20Ilha%20Graciosa.pdf> [Accessed 23 Jul. 2015].
- Qgis.org, (2015). *Documentation*. [Online] Available at: <http://www.qgis.org/en/docs/index.html> [Accessed 24 Sep. 2015].
- Relatório de Balanço da Implementação do POOC caminha – Espinho (Maio de 2015)
- Sciencedirect.com, (2015). *Remote Sensing of Environment - ScienceDirect.com*. [Online] Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00344257> [Accessed 24 Sep. 2015].
- Silva, V. and Machado, P. (2010). *Iniciando no ARCGIS*. [Online]unibhgeografia.files.wordpress.com. Available at: <https://unibhgeografia.files.wordpress.com/2011/04/apostila-arccgis-prof-patricia.pdf> [Accessed 13 May 2015].
- Sousa, J. (2005). *Sistemas de Informação Geográfica com o Autodesk Map 3D*. Lisboa: LIDEL.